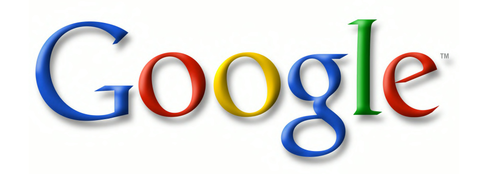




HANDBUCH

DER

ELEKTRISCHEN TELEGRAPHIE.

UNTER MITWIRKUNG VON MEHREREN FACHMÄNNERN

HERAUSGEGEBEN VON

PROF. DR. K. E. ZETZSCHE

KAISERLICHEM TELEGRAPHEN-INGENIEUR.

DRITTER BAND:

DIE ELEKTRISCHE TELEGRAPHIE IM ENGEREN SINNE.

I. HÄLFTE:

DIE ERFORDERNISSE ZUM TELEGRAPHIREN.

BEARBEITET VON

O. HENNEBERG, DR. O. FRÖLICH UND DR. E. ZETZSCHE.

MIT 701 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN UND EINER KARTE DER KABELVERBINDUNGEN DER WELT.



BERLIN 1887.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER.

MONBIJOUPLATZ 3.

DIE

ELEKTRISCHE TELEGRAPHIE

IM ENGEREN SINNE.



I.

DIE ERFORDERNISSE ZUM TELEGRAPHIREN.

BEARBEITET

VON

O. HENNEBERG, DR. O. FRÖLICH

UND

DR. E. ZETZSCHE.

MIT 701 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN UND EINER KARTE
DER KABELVERBINDUNGEN DER WELT.



BERLIN 1887.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER.

MONBIJOUPLATZ 3.

Vorwort.

Dem dritten Theile des Handbuches der elektrischen Telegraphie ist auf S. VII des 1. Bandes die Behandlung der elektrischen Telegraphie im engeren Sinne zugewiesen worden.

Mit dem Fortschreiten der Bearbeitung dieses für den Weltverkehr so überaus wichtigen Gebietes, hat es sich trotz der anscheinenden Einfachheit und Einheitlichkeit des Gegenstandes und trotz der scheinbaren technischen Unbedeutsamkeit der gestellten Aufgabe, ja selbst trotz des Umstandes, dass von den neun Arten der elektrischen Telegraphen (vgl. S. 354) drei ausser Berücksichtigung zu bleiben hatten (vgl. S. 356), dennoch herausgestellt, dass bei einer nur einigermassen gründlichen Behandlung auch für den dritten Theil (vgl. S. VI. des 4. Bandes) der Raum eines Bandes von dem geplanten Umfange zu knapp bemessen war.

Unter den vorliegenden Verhältnissen blieb Nichts übrig, als eine Theilung des dritten Bandes in zwei Hälften vorzunehmen. Dies erschien aber gerade deshalb um so unbedenklicher, als sich der zu behandelnde Stoff selbst ganz naturgemäss in zwei Abtheilungen trennen lässt. Nachdem nämlich in der ersten Hälfte des dritten Bandes die sachlichen Erfordernisse für das Telegraphiren behandelt worden sind, bleibt für die zweite Hälfte die Besprechung der Benutzung dieser Erfordernisse zum Telegraphiren übrig.

Da die Batterien im 2. Bande schon eine erschöpfende Behandlung gefunden hatten, waren in der ersten Hälfte des dritten Bandes zu erledigen:

1) Der Bau der Telegraphenlinien;
2) die elektrischen Messungen bei dem Bau und nach der Fertigstellung der Telegraphenlinien;
3) die Telegraphenapparate.

Der zweiten Hälfte bleibt demnach — entsprechend der dritten Abtheilung des 1. Bandes — die Ausnutzung der Apparate und der Leitung im Betriebe vorbehalten, also namentlich die Lehre von den Schaltungen beim einfachen Telegraphiren und für die Zwecke der Translation, die automatische Telegraphie und die mehrfache Telegraphie, unter thunlichstem Eingehen auf die so verschiedenartigen und vielgestaltigen Verhältnisse und Bedürfnisse des Betriebes.

Die auf Seite 312 in Aussicht gestellte Schilderung der Einrichtungen und Vorschriften für die Messungen an den unterirdischen Kabeln des deutschen Reiches soll als Anhang in der zweiten Hälfte folgen.

Die Vollendung der ersten Hälfte des dritten Bandes ist durch eine Reihe von ungünstigen Verhältnissen sehr merklich verzögert worden. Während ich dafür um gütige Nachsicht bitte, spreche ich hocherfreut allen Denen meinen innigsten Dank aus, welche durch ihre wohlwollende und wirksame Unterstützung so wesentlich dazu beigetragen haben, wenn das vorgesteckte Ziel annähernd erreicht wurde und wenn dabei — zur Richtigstellung gewisser neuerer, entgegengesetzter Anschauungen — zugleich mit ein vollgiltiger Beweis geliefert dafür wurde, dass schon

die elektrische Telegraphie im engeren Sinne ein vollbürtiger Zweig der gesammten Elektrotechnik ist.

Berlin, Ende November 1886.

E. Z.

Inhaltsverzeichniss der ersten Hälfte des dritten Bandes.

Dritter Theil. Die elektrische Telegraphie im engeren Sinne.

Erste Hälfte. Die Erfordernisse zum Telegraphiren.

Erste Abtheilung.

Der Bau von Telegraphenlinien. S. 1—270.

Erster Abschnitt. Der Bau oberirdischer Linien. S. 3—178.

Zweiter Abschnitt. Der Bau der unterirdischen und unterseeischen Telegraphenlinien. S. 179—269.

Zweite Abtheilung.

Die elektrischen Messungen beim Bau und Betriebe der Telegraphenlinien. S. 271—343.

Dritte Abtheilung.

Die Telegraphenapparate. S. 345—822.

Erster Abschnitt. Die telegraphischen Hauptapparate. S. 349—740.

Zweiter Abschnitt. Die telegraphischen Nebenapparate. S. 741—822.

Die vollständigen Titel

der mehrfach und nur abgekürzt angezogenen Quellen[1]) finden sich auf:

[1]) Vgl. auch das Quellen-Verzeichniss im 1. und 4. Band.

Berichtigungen.

Auf S. 4 Anm. 2 ist zu lesen:

Z. 5. (§. 7, IV, S. 165).

Z. 8. $l = 2\left\{J - \sqrt{J(J-w)}\right\}$.

Die Angaben auf S. 267 bezüglich des Kabels Hoyer-Sylt-Arendal sind dahin richtig zu stellen, dass derselbe für „Die Gesellschaft für Legung und Unterhaltung des deutsch-norwegischen unterseeischen Kabels" gelegt wurde, der Betrieb dagegen von den beiden betheiligten Staatstelegraphen-Verwaltungen wahrgenommen wird.

Dritter Theil.

Die elektrische Telegraphie im engeren Sinne.

Erste Hälfte.

Die Erfordernisse zum Telegraphiren.

HANDBUCH

DER

ELEKTRISCHEN TELEGRAPHIE.

UNTER MITWIRKUNG VON MEHREREN FACHMÄNNERN

HERAUSGEGEBEN VON

DR. K. E. ZETZSCHE,

PROFESSOR DER TELEGRAPHIE AM K. POLYTECHNIKUM ZU DRESDEN.

DRITTER BAND:

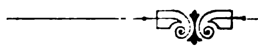
DIE ELEKTRISCHE TELEGRAPHIE IM ENGEREN SINNE.

ERSTE LIEFERUNG.

Der Bau der Telegraphenlinien.

BEARBEITET VON O. HENNEBERG.

MIT ZAHLREICHEN IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.



BERLIN 1880.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER.

MONBIJOUPLATZ 3.

Titel und Inhaltsverzeichniss werden der Schlusslieferung eines jeden Bandes beigegeben.

Inhalt der 1. Lieferung des dritten Bandes.

Erste Abtheilung.

Der Bau der Telegraphenlinien.

Bearbeitet

von

O. Henneberg,
Telegraphen-Ingenieur.

Erste Abtheilung.

Der Bau der Telegraphenlinien.

Erster Abschnitt.

Der Bau der oberirdischen Telegraphenlinien.

Die oberirdischen Telegraphenlinien sind bereits im 1. Bande S. 491 bis 498 nach ihrer historischen Entwickelung kurz besprochen worden. Bei der eingehenderen Behandlung des Gegenstandes, welcher der nachfolgende Abschnitt gewidmet ist, mag deshalb der geschichtliche Entwickelungsgang verlassen werden. Die grosse Mannigfaltigkeit der Constructionen verschiedener Zeiten und verschiedener Länder böte hierfür zwar ein reiches Material dar, aber die Wiederholungen der meisten Constructionsgedanken und die Verschmelzung der verschiedenen Systeme mit einander sind so häufig, dass das technische Interesse an den Einzelheiten der Entwickelung wesentlich abgeschwächt wird. Zudem müsste auch, bei einigermassen gründlicher Behandlung der historischen Entwickelung, dieser Abschnitt räumlich über Gebühr anschwellen. Derselbe soll sich daher im Wesentlichen auf eine eingehendere Behandlung der im heutigen Telegraphenbetriebe vorhandenen Einrichtungen beschränken und nur, soweit es für die Beurtheilung der erzielten Resultate geboten oder wünschenswerth erscheint, die Wege kennzeichnen, die man zur Erreichung derselben einschlug.

A. Die Materialien für oberirdische Telegraphenlinien.

§. 1.

Der Leitungsdraht für die oberirdischen Telegraphenlinien.

a. Leitungsfähigkeit des Telegraphendrahtes.

I. **Anforderungen an die Leitung.** Die Telegraphenleitung hat drei wesentliche Bedingungen zu erfüllen, welche die Gesichtspunkte kennzeichnen, unter denen die einzelnen Theile derselben zu betrachten sind. Sie muss aus einem guten Leiter der Elektricität bestehen, gut isolirt, d. h. in der Weise hergestellt sein, dass keine die Elektricität leitende Verbindung mit der Erde oder mit anderen Leitern besteht, und endlich muss dieselbe mechanisch dauerhaft sein.

II. Als **Material der Leitung** selbst findet jetzt, da der beim Bau der ersten oberirdischen Telegraphenlinien verwendete Kupferdraht des hohen Eigenwerthes des Metalls und seiner ungeeigneten mechanischen Eigenschaften wegen verworfen werden musste, das Eisen als dasjenige Metall, aus welchem die Leitungen elektrisch brauchbar, mechanisch dauerhaft und wohlfeil hergestellt werden können, ausschliesslich Verwendung.

III. Die **specifische Leitungsfähigkeit des Eisens** ist, wenn diejenige des Quecksilbers als Einheit gewählt wird, gleich 7,84. Vergl. Bd. **2**, S. 101. Nach der ebenda gegebenen Formel berechnet sich der Widerstand einer Meile Eisendraht von 5 mm Durchmesser bei 0° C. auf 48,2 Siemens'sche Einheiten[1]). Das zu den Leitungen verwendete Eisen erreicht aber diesen Werth nicht vollkommen, sondern es ergiebt sich, der in demselben enthaltenen fremden Beimischungen zufolge, die Leitungsfähigkeit desselben als eine im Allgemeinen geringere. Nach dem aus einer grossen Anzahl sorgfältiger Messungen guter und wohlisolirter Telegraphenleitungen[2]) genommenen Durchschnitt beträgt die mittlere

---

[1]) Vgl. Bd. **2**, S. 64 u. 97. Für die Siemens'sche Einheit wird gewöhnlich die Abkürzung S. E. gebraucht.

[2]) Die Messung einer vollkommen isolirten Leitung giebt den Widerstand des Drahtes unmittelbar an. Bildet aber unvollkommene Isolation eine Nebenschliessung zur Leitung, so ergiebt die Messung den Widerstand derselben kleiner, als er wirklich ist. Ist w der gemessene Widerstand der Leitung, J der Isolationswiderstand derselben, so ist, wie weiter unten (§. 7, III.) näher entwickelt werden wird unter der Voraussetzung, dass Leitungswiderstand und Isolationswiderstand gleichförmig über die Linie vertheilt seien, der thatsächliche Leitungswiderstand l derselben:

$$l = 2\,J - \left\{\sqrt{J(J-w)}\right\}.$$

Leitungsfähigkeit derselben 7,6, und es ist der thatsächliche Widerstand einer deutschen Meile Eisendrahtleitung von 5 mm Durchmesser bei 0° gleich 50 Siemens'sche Einheiten anzunehmen.

Die verschiedenen Eisensorten weisen, ihrem verschiedenen Gehalt an Kohle entsprechend, nicht unerhebliche Unterschiede in der Leitungsfähigkeit auf, und es ist daher eine Untersuchung derselben in jedem Falle geboten, in welchem es sich um ihre Anwendung im Grossen handelt. Vornehmlich ist dieselbe dann angezeigt, wenn, wie in Ausnahmefällen vorkommt, Stahldrähte zum Bau von Leitungen verwendet werden, weil deren Leitungsfähigkeit eine ausserordentlich verschiedene ist und von 4 bis 7 derjenigen des Quecksilbers schwankt.

IV. **Temperatureinfluss.** Der Widerstand der Drahtleitungen vergrössert sich mit zunehmender Temperatur und verkleinert sich, wenn dieselbe abnimmt. Für 1° C. beträgt diese Aenderung 0,0037 des Widerstandes. Eine Meile 5 mm starken Drahtes, deren Widerstand bei 0° 50 S. E. beträgt, würde demnach bei + 20° C. 53,7 und bei — 20° C. 46,3 S. E. Widerstand haben. Bei mittlerer Temperatur von + 15° C. bringt man die deutsche Meile 5 mm Eisendraht zu 52,5 S. E. in Rechnung.

V. **Widerstand der gebräuchlichen Leitungsdrähte.** Zur Herstellung oberirdischer Leitungen kommen gewöhnlich nur Eisendrähte von 5 mm und 4 mm Durchmesser zur Anwendung; 2,5 mm starke (sogenannte schwache oder leichte Leitungen) werden nur ausnahmsweise und für kürzere Strecken, beispielsweise zur Ueberschreitung von Bahnanlagen, zu Einführungen in Städte u. d. m. benutzt.

Die Normalwiderstände der in den Telegraphenleitungen der Regel nach zur Verwendung kommenden Leitungsdrähte betragen bei der mittleren Temperatur von 15° C. abgerundet:

		für 1 Kilometer	für 1 Meter
5 mm	Eisendraht	= 7 S. E.	= 0,007 S. E.
4 mm	Eisendraht	= 11 -	= 0,011 -
2,5 mm	Eisendraht	= 28 -	= 0,028 -
1 mm	Kupferdraht	= 26 -	= 0,026 -

Im allgemeinen vernachlässigt man gegen die Summe der Leitungs-, Apparat-, Batterie- und Erdleitungswiderstände, welche in einem Stromkreise vorhanden sind, die Widerstände der zur Einführung in die Stationen dienenden kürzeren Kupferdrähte. Es wird dabei vorausgesetzt, dass die Leitungsfähigkeit des zu telegraphischen Zwecken verwendeten Kupfers niemals geringer als das 52 fache von derjenigen des Quecksilbers sei, und dass Drähte gewählt werden, die mindestens 1 mm starkes Kupfer enthalten. Zimmerlängen dieses Drahtes kann man im Bezug auf ihren Widerstand in der Regel vernachlässigen. Kommen aber längere und dünnere Kupferdrähte zur Verwendung, so ist deren

Untersuchung auf Leitungsfähigkeit unbedingt erforderlich, da man Kupfer findet, welches nur die Hälfte der angegebenen Leitungsfähigkeit hat und die Widerstände der Einführungsdrähte solchen Falles sehr wohl ins Gewicht fallen können.

Es empfiehlt sich bei Berechnung des Leitungswiderstandes einer Telegraphenleitung, wie dieselbe beispielsweise für die Wahl der Batterien erforderlich wird, stets einen bestimmten Procentsatz des nach der Länge der Linie berechneten Widerstandes hinzuzufügen, um die Widerstände der Einführungs- und Zimmerleitungen einzuschliessen. Dieser Procentsatz schätzt sich leicht aus der Menge des beim Bau der Leitung verbrauchten schwachen Leitungs- und Zimmerleitungsdrahtes.

Während der Preis des Eisens ungefähr siebenmal geringer als derjenige des Kupfers ist, ist die Leitungsfähigkeit letzteren Metalls siebenmal grösser als die des ersteren. Es erscheint somit fast, als sei für denselben Preis eine gleich gute elektrische Leitung aus beiden Materialien herzustellen. Es ist aber noch ein Hauptfactor, die absolute Festigkeit der zu bauenden Leitung, dabei ausser Betrachtung geblieben. Die absolute Festigkeit zweier, aus Eisen und Kupfer hergestellter Leitungen von gleichem elektrischen Widerstande, d. h. von gleicher absoluter Leitungsfähigkeit, verhalten sich nur wie 11 : 1. Demnach würde beispielsweise ein Eisendraht von 1 Kilometer Länge und 5 mm Durchmesser die gleiche absolute Leitungsfähigkeit wie ein etwa 2 mm starker gleich langer Kupferdraht haben, auch die Preise beider Leitungen mit bezw. annähernd 45 und 50 M. für den Kilometer würden keine allzuwesentliche Differenz aufweisen, die absolute Festigkeit der Eisenleitung aber würde 785 Kilogramm, die der Kupferleitung nur 71 Kilogramm betragen. Hieraus ergiebt sich zur Genüge die Unzweckmässigkeit der Verwendung des Kupfers zu oberirdischen Leitungen.

VI. **Wahl der Drahtstärke.** Der Widerstand, welchen die Leitung dem elektrischen Strome entgegensetzt, ist der Länge derselben direct, dem Querschnitte derselben aber umgekehrt proportional. Hiernach würde, — möglichst vollkommene Isolation des Drahtes vorausgesetzt, — zur Erzielung des Maximum der telegraphischen Leistungsfähigkeit einer Leitung der Durchmesser derselben möglichst gross zu wählen sein. Bei dem Bau der Leitungen aber ergiebt sich bald ein gewisser Durchmesser des Drahtes, welcher nicht überschritten werden darf, wenn die zulässige Belastung einfacher Gestänge nicht überschritten werden und nicht kostspieligere Unterstützungen nothwendig werden sollen. Die Möglichkeit der einfachen Handhabung des Drahtes beim Ziehen der Leitung hat diese Grenze gleichfalls vorgezeichnet, indem eine mehr als 6 mm starke Leitung bereits beim Bau der Linie nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten bietet. Auf durchgehen-



den internationalen Linien[3]) kommt die Drahtstärke von 5 mm ausschliesslich zur Verwendung. Die in Gebirgen durch starke Eisbelastung der Leitungen häufig auftretenden Drahtbrüche haben dazu geführt, die Leitungen über dieselben von 6 bis 6,5 mm starken Drähten herzustellen, und es sind namentlich in der Schweiz und in Schottland derartige Leitungen gebaut worden. In den Tropen ist man sogar, durch die an den Telegraphendrähten kletternden Affen, zur Herstellung von bis 8 mm starken Leitungen gezwungen worden. Die Verwendung des 4 mm starken zu kürzeren, des 5 mm starken Drahtes zu längeren Leitungen ist heute fast allgemein. Nur in England und in Frankreich findet man noch häufiger 3 mm starke Leitungen[4]).

b. Herstellung des Eisendrahtes für Telegraphenleitungen[5]).

VII. **Wahl des Roheisens.** Zur Herstellung von Drähten, welche allen Anforderungen genügen, welche die Telegraphen-Technik an dieselben stellen muss, kann nur das beste Schmiedeeisen verwendet werden. Das Rohmaterial, die zur Verwendung kommenden Roheisensorten, — von der Erzeugung des Roheisens aus den Eisenerzen darf hier mit Recht abgesehen werden, — müssen in Folge dessen auf das Sorgfältigste ausgewählt werden, um die erforderlichen Eigenschaften des fertigen Materials zu sichern. Wiewohl sich bei der grossen Zahl und Verschiedenartigkeit der zur Verwendung kommenden Eisensorten bestimmte Vorschriften, in welcher Weise die Zusammensetzung derselben zur Gewinnung eines tadellosen Drahtes erfolgen müsse, hier nicht geben lassen, ist doch die Wichtigkeit dieser Wahl besonders hervorzuheben, da die

---

[3]) Für die internationalen Leitungen ist nach Art. 1 des Wiener Vertrages vom Jahre 1868 der Durchmesser auf 5 mm festgesetzt.

[4]) Ausführlicheres s. Rother, Der Telegraphenbau; Berlin, 1876; S. 15 u. 16.

[5]) Die Fabrikationsmethoden, die Behandlungsweise des Drahtes in den einzelnen Bearbeitungsstufen, ist eine in verschiedenen Fabriken nicht unwesentlich verschiedene. Im Nachfolgenden wird die Herstellung des Telegraphendrahtes in der Weise geschildert, wie sie in der bedeutendsten Specialfabrik, der des Westfälischen Drahtindustrie-Vereines zu Hamm, unter Benutzung der neusten Vervollkommnungen der Technik erfolgt. Der Westfälische Drahtindustrie-Verein in Hamm fertigte seit vielen Jahren den weitaus grössten Theil des gesammten Bedarfs an Telegraphendraht, nicht nur fast ausschliesslich denjenigen des Deutschen Reiches und Russlandes, sondern auch die bedeutendsten Quantitäten für England, Oesterreich, Frankreich, Belgien, die Schweiz, Italien, Spanien, Türkei und für überseeische Länder an. Die Fabrik desselben beschäftigt etwa 1400 Arbeiter und arbeitete 1879 mit 34 Puddel-, 8 Schweiss- und 36 Glühöfen. Die gesammte, zur Verwendung kommende Dampfkraft ist 1650 Pferdestärken. Die jährliche Production betrug zur selben Zeit 87,5 Millionen Kilogramm, darunter 25 Millionen gewalzten, 22 gezogenen und 4,5 verzinkten Drahtes, 29 Luppeneisen und 7 Millionen Kilogramm Drahtstifte, letztere theilweise aus dem Ausfall des Drahtes bei der Telegraphendraht-Fabrikation hergestellt.

spätere Behandlungsweise durchaus nicht im Stande ist, alle lediglich in der chemischen Zusammensetzung des Stoffs liegenden Mängel zu beseitigen. Das Eisen soll ein im allgemeinen gering kohlenhaltiges, möglichst von Phosphor und Schwefel freies sein.

VIII. **Herstellung der Luppen.** Die gewählten Roheisensorten bilden in dem betreffenden Mischverhältniss vereinigt den Satz zur Füllung des Puddelofens. Die jedesmalige Füllung beträgt etwa 250 kg, und es wird in 10 stündiger Schicht der Puddelofen 5 bis 6 mal chargirt. Die Aufbereitung einer Charge zerfällt in das Schmelzen und Gaaren des Roheisens. Wenn das Eisen gaar ist, werden vermittelst Rühreisen und Hakens von der breiartigen Masse etwa 40 bis 50 kg wiegende Theile, — Luppen, — losgelöst und aus dem Puddelofen herausgehoben.

Aus dem Puddelofen gelangt die Luppe unter einen schweren Dampfhammer, unter welchem die lose Eisenmasse durch Schmieden vereinigt, der Hauptheil der Schlacken ausgestossen wird. Die zu einem rohen Eisencylinder vereinigte Masse wird unmittelbar vom Dampfhammer in noch hellglühendem Zustande in die Luppenwalzen gegeben. Die mit Zangen erfasste Luppe kommt in kräftige mässig schnell rotirende Kaliberwalzen und bei mehrmaligem Durchlaufen verschiedener auf dem Umfang der Walzen als Nuten eingedrehter Kaliber wird dieselbe bis zu einem 4 bis 5 cm starken Stabe von annähernd quadratischem Querschnitt ausgewalzt. Um das Durchlaufen der verschiedenen Kaliber so schnell wie möglich nach einander erfolgen zu lassen, sind 3 Walzen über einander angeordnet, und das Eisen wird von auf beiden Seiten stehenden Arbeitern durch abwechselndes Einführen zwischen mittlere und untere und mittlere und obere Walze hin- und hergetrieben. Die Querschnitte der Kaliber sind spitzbogenförmig rhombische, und die Luppe wird bei Einführung in jedes neue Kaliber ein Viertel gedreht, so dass die Pressung bald in der einen bald in der anderen Diagonale des Querschnittes wirkt. Das Material wird hierbei kräftig durchgearbeitet, bis es durch ein annähernd quadratisches Kaliber austritt.

IX. **Auswalzen des Drahtes.** Die fertigen Luppen werden nach dem Erkalten unter einem Dampfhammer in kürzere Stäbe, — Knüppel, — zerbrochen und nach Beschaffenheit der Bruchflächen sortirt. Die für die speciell herzustellende Drahtsorte ausgewählten Stäbe gelangen alsdann in den Schweissofen und von da in das Drahtwalzwerk. Der schweissglühende Knüppel kommt zunächst unter die Vorwalzen, um bei mehrmaligem Passiren derselben geschweisst und gestreckt zu werden. Die Einrichtung dieser Walzen ist derjenigen der Luppenwalzen gleich, sie haben ähnliche sich verjüngende und zur besseren Durchar-



beitung des Materials in ihren Querschnittsformen wechselnde Kaliber. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Drahtwalzen aber ist eine bedeutend grössere als die der Luppenwalzen. Unmittelbar aus den Vorwalzen kommend, passirt der noch hellglühende Stab in die Um- und Fertigwalzen. An Stelle der hin- und hergehenden Bewegung zwischen den Walzen tritt nun ein stetiges Auswalzen. Das aus einem Kaliber der Umwalze tretende Ende des Eisens wird von einem Arbeiter erfasst und in ein nächstes Walzkaliber hineingegeben und so fort, bis es die Fertigwalze passirt hat und auf die erwünschte Dimension gearbeitet ist. Zwischen den Walzen bildet der heisse Draht Schlangenwindungen auf dem Boden, ein Umstand, der die Arbeit ausserordentlich gefährlich macht. Auf den Um- und Fertigwalzen geht der Draht durch Kaliber von wechselnd ovalem und kantigem Querschnitt und zwar durch mehrere derselben zur selben Zeit, bis er schliesslich durch ein Rundkaliber der Fertigwalze austritt. Dem Eisen wird dabei eine so bedeutende Geschwindigkeit (zwischen 6 und 8 m in der Secunde) ertheilt, dass dasselbe während einer Schweisshitze auf die erforderliche Stärke ausgewalzt wird. Der Durchmesser des fertigen Walzdrahtes, der im noch rothglühenden Zustande die Walzen verlässt, um auf eine schnellrotirende Trommel aufgewunden zu werden, beträgt, je nachdem schwächerer oder stärkerer Telegraphendraht aus demselben hergestellt werden soll, 5 bis 7 mm. Die erhaltenen Walzdrähte von etwa 100 m Länge bilden, nachdem noch die Enden abgehauen und angespitzt worden sind, ein Halbfabrikat für die Herstellung von Telegraphendrähten.

X. **Ziehen des Drahtes.** Die weitere Bearbeitung des Drahtes erfolgt auf kaltem Wege, und es muss zunächst die auf dem Walzdraht befindliche bedeutende Glühspanschicht entfernt werden. Zu diesem Zwecke wird derselbe mit einer heissen Beize von verdünnter Schwefelsäure behandelt. Der hierdurch metallisch blank gewordene Draht wird, um thunlichst alle Säure von demselben zu entfernen, mit Wasser unter Zuhülfenahme von Polterbänken gewaschen und alsdann zur Neutralisirung der etwa noch vorhandenen Säure in Kalkwasser gelegt.

Getrocknet mit dem noch daran haftenden Kalküberzuge, der gleichzeitig gegen allzuschnelles Rosten schützt, gelangt der Draht sofort in die Zieherei, um im kalten Wege auf den erforderlichen Durchmesser ausgezogen zu werden. Hier wird der Draht auf eine lose Rolle, — Krone, — aufgegeben, das angespitzte Ende durch ein Loch des Zieheisens gesteckt und mittelst einer, an einer zweiten Rolle, — der Leitrolle, — befestigten Zange erfasst. Wird nun die Leitrolle mittelst Dampfkraft in Bewegung gesetzt, so zieht sie den Draht durch das Zieheisen, indem sie denselben auf sich aufwindet. Das Zieheisen besteht aus einer Stahlplatte, in welcher eine Reihe trompetenförmiger

Oeffnungen von kreisrundem Querschnitt eingearbeitet sind, deren Durchmesser sich verjüngen. Wird der Draht durch dieselben der Reihe nach hindurchgezogen, so verkleinert sich sein Durchmesser, während die Länge desselben sich entsprechend vergrössert. Das Ziehen geschieht unter Aufgabe eines fetten Schmiermittels und darf nicht zu schnell erfolgen, damit das Material nicht leide und spröde werde. Der grobe Telegraphendraht von 5 mm und 4 mm Durchmesser hat 2 bis 3 Kaliber, der schwächere von 2,5 mm, 2 mm und 1,5 mm Durchmesser deren 3 bis 5 oder mehr zu passiren, und es wird nach jedem Zuge der Draht von neuem angespitzt. Wird das Eisen während des Ziehens zu hart, so muss ein Ausglühen desselben erfolgen, ehe es ohne Schädigung der Structur des Materials weiter verarbeitet werden kann. Dies Ausglühen geschieht in luftdicht verschlossenen Glühcylindern von Gusseisen, die in besondere Glühöfen eingesetzt werden. Nach dem Glühen muss abermals, ehe ein weiteres Ziehen erfolgt, ein Beizen, Waschen und Kalken des Drahtes vorgenommen werden.

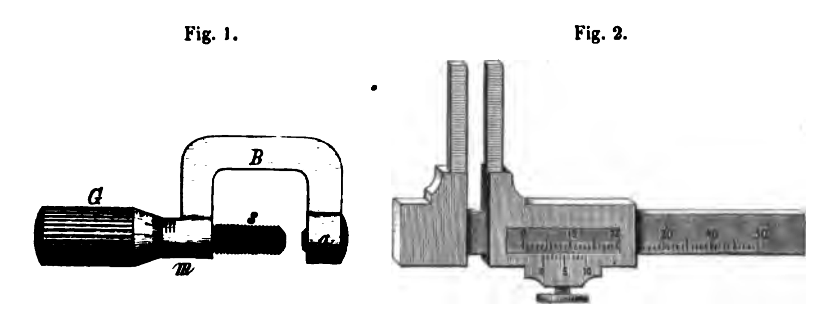
XI. **Verzinken des Drahtes.** Ist der Draht auf seine erforderliche Dicke ausgezogen, so erübrigt noch ihn mit einem Ueberzuge zu versehen, der ihn gegen das Rosten möglichst schützt. Zu dem Ende wurde der Draht namentlich früher in Leinöl gesotten, wozu besondere Siedekessel eingerichtet waren, da aber der Leinölüberzug eine Garantie für jahrelange Beständigkeit durchaus nicht bieten kann, wird der Draht jetzt fast allgemein verzinkt. Die Verzinkung, auch Galvanisirung genannt, geschieht in einem heissen Bade dieses Metalls am besten in der Weise, dass der in einer Löthwasser ähnlichen Salzsäurelösung gebeizte Draht langsam durch wenig über den Schmelzpunkt erhitztes reines Zink hindurchgezogen wird. In das auf einem Herde in rechteckigem tiefen Kessel geschmolzene Metall tauchen eiserne Haken ein, durch welche der Draht geleitet wird, um denselben durch eine gewisse Tiefe des Zinkbades hindurchzuführen. Von losen Rollen, — Kronen, — kommend, gehen die mit Löthwasser benetzten Drähte über Führungsrollen in das Zinkbad, das auf der dem Drahte als Eintritt dienenden Seite zur Erhaltung der metallisch reinen Oberfläche mit Salmiak bedeckt ist. Beim Austritt aus dem Zinkbade dagegen bietet man den Drähten eine Schicht feuchten Sandes dar, welche ein Abstreifen des überflüssigen Metalls bewirkt und die Oberfläche desselben eben und fein macht. Die Verzinkung erfordert ausserordentliche Sorgfalt, um diejenige Güte des Ueberzugs zu erhalten, die verlangt werden muss. Der Zinküberzug darf weder zu stark noch zu schwach sein, um nicht loszublättern oder schnell weggefressen zu werden; derselbe darf nicht zu kalt und nicht zu heiss aufgebracht werden, um die nothwendige innige Verschmelzung ohne Ueberhitzung und Verbrennung der Metalloberfläche erfolgen zu lassen.

c. Prüfung des Eisendrahtes für Telegraphenleitungen.

Die Bedingungen, welche der zur Herstellung oberirdischer Telegraphenleitungen verwendete Draht zu erfüllen hat, sollen im Folgenden zusammengefasst und die Methoden erörtert werden, nach denen die Untersuchung des Materiales erfolgt.

XII. **Durchmesser des Drahtes.** Der Draht soll von dem für den Durchmesser vorgeschriebenen Maasse nicht mehr als + 0,1 mm oder — 0,1 mm abweichen und der Querschnitt desselben vollkommen kreisrund sein. Zur Beurtheilung können nur Durchschnittswerthe aus je mehreren Messungen dienen, da die einzelne Messung mit zu grossen Beobachtungsfehlern behaftet ist. Zur Messung dient gewöhnlich das in Fig. 1 in etwa $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse abgebildete Instrument. In dem Bügel *B* ist bei *m* ein Schraubenmuttergewinde eingeschnitten, in welchem sich die durch den Griff *G* drehbare Schraubenspindel *s* bewegt. Der zu messende Draht wird zwischen dem festen Anschlag *a* und zwischen *s* eingeklemmt, und es werden die ganzen Millimeter durch die vollen Umdrehungen der Schraube *s*, die Zwanzigstel an der auf dem Umfange des Schraubengriffs angebrachten Theilung abgelesen.

Fig. 1. Fig. 2.

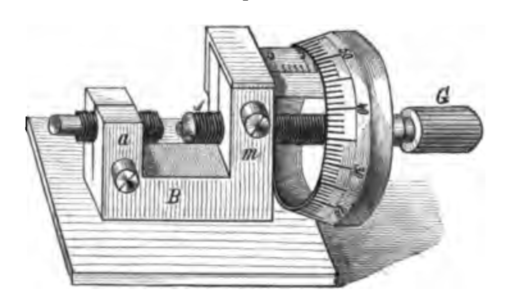


Das vorbeschriebene Instrument ist dem Kalibermaassstab, welcher in Fig. 2 abgebildet ist, und an welchem die Bruchtheile der Millimeter mittels Nonius abgelesen werden, vorzuziehen, da letzteres bei häufigerem Gebrauche sehr leicht dadurch schadhaft wird, dass die genaue Parallelführung der Schneiden, welche für die Richtigkeit der Messung Bedingung ist, nicht vollkommen erhalten bleibt.

Zu sorgfältigeren Messungen dient das in Fig. 3 abgebildete Instrument, welches die Hundertstel-Millimeter in einer ähnlichen Weise wie bei dem Instrumente Fig. 1 mittels Schraube und festem Anschlag bestimmen lässt. Die entsprechenden Theile sind in beiden Instrumenten mit denselben Buchstaben bezeichnet.

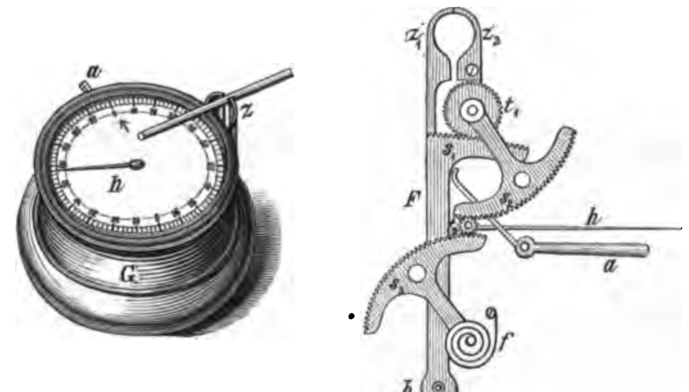
Zum Messen dünner Drähte z. B. der Kupferdrähte für Apparate, sowie zum genauen Untersuchen der Durchmesser stärkerer Drähte eignet sich aber das Instrument (Fig. 3) aus dem Grunde nicht, weil trotz vorsichtigsten Bewegens der Schraube ein Zusammendrücken des zu untersuchenden Drahtes nicht vermieden werden kann. Zu derartigen Bestimmungen ist das in Fig. 4 in etwa $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse dargestellte

Fig. 3.



Instrument, der **Millimetertaster** sehr geeignet, welches in der Form, wie es von M. **Grossmann** in Glashütte angefertigt wurde, dargestellt ist. Das messingne Gehäuse G enthält den in Fig. 5 schematisch dargestellten Mechanismus. Der Fühlhebel F, an welchem die eine Zangenhälfte z_1 be-

Fig. 4. Fig. 5.



festigt ist, ist bei b drehbar gelagert und wird in der Ruhelage durch. Wirkung der Feder f gegen den festen Theil der Zange z_2 sanft angedrückt. Drückt man auf den Hebel a, so öffnet sich die Zange und der Zeiger h wird durch Vermittlung der Triebe t_1 und t_2 und der Segmente s_1 und s_2 gedreht, gleichzeitig auch das Segment s_3 in Be-

wegung gesetzt und die an dessen Axe wirkende Feder f gespannt. Legt man dann den zu messenden Draht in die Zange und lässt den Hebel a los, so drücken die Schneiden derselben mit der constanten Kraft der schwachen Feder f gegen den Umfang des Drahtes. Der Abstand der Zangenschneiden bewirkt dann durch Vermittelung der Räderübersetzung eine entsprechende Drehung von t_1 und t_2, mithin des mit letzterem auf einer Axe festen Zeigers h. Diese Drehung des Zeigers h giebt auf dem zweimal in Hundert eingetheilten Kreisumfange die Hundertstel Millimeter an, welche der Durchmesser des Drahtes misst, wobei die halben Umdrehungen die vollen Millimeter anzeigen.

XIII. **Drahtlehren.** Um den Durchmesser von Drähten zu bestimmen, bediente man sich früher vielfach der Drahtlehren. Dieselben bestanden entweder aus einem Stahlblech, welches am Rande mit einer Anzahl in ihrer Weite den verschiedenen Drahtnummern entsprechenden Einschnitten versehen war, oder wurden wie die Washburn-Lehre aus einem in ein Stahlblech gemachten und mit einer Theilung versehenen spitzen Winkeleinschnitt gebildet. Seit man zweckmässiger Weise die Durchmesser von Drähten nach Millimetern und Hunderstel Millimetern angiebt, sind die Nummern jener Lehren mehr und mehr ausser Gebrauch gekommen. Die „Hütte“ giebt die Deutsche Millimeterdrahtlehre im Vergleich mit anderen Drahtlehren, unter denen besonders die Birmingham wire gauge (B. W. G.) ein Interesse für den Telegraphentechniker bietet, in Tabelle I auf S. 14.

In der Tabelle II. sind in der 1. Columne die hauptsächlich in Betracht kommenden Nummern der Birmingham-Lehre, und in der 2., 3. und 4. Columne drei verschiedene Angaben der herkömmlichen Maasswerthe dieser Nummern enthalten, deren Unterschiede zur Genüge die Unzweckmässigkeit solcher Lehren nachweisen. Hauptsächlich hat die Lehre den Fehler, dass ihre Nummern nicht in einem festen bekannten Verhältnisse stehen. L. Clark hatte bereits 1867 eine mit derselben nahe übereinstimmende Stufenleiter von Drahtnummern zur Annahme empfohlen, deren Querschnitte um 25%, deren Durchmesser um 11,8034% wachsen sollten. Die stärkste Nummer dieser Lehre war No. 00000 = 605,3 Mils[6]), deren schwächste war No. 40 = 4,5 Mils; dieselbe fand aber keine Anwendung. Die von Walker[7]) vorgeschlagene Lehre dagegen, welche die Theilung nach 64stel, bezw. 320stel Zoll zu Grunde legt und deren Werthe in der 5. und 6. Columne der Tabelle angegeben sind, kommt der herkömmlichen Birmingham-Lehre so nahe, dass es fast scheint, als sei die ursprüngliche Theilung derselben hiermit wieder aufgefunden.

---

[6]) 1 Mil = 0,001 Zoll engl. = 0,0254 mm; $\frac{1}{64}$ Zoll engl. = 0,3968 mm.

[7]) Journal of the Society of Telegraph Engineers, Bd. 7; London 1878; S. 215.

Tabelle I.

Deutsche Millimeterlehre.		Englische Lehren.		Jauge de Paris	West-phälische Stiftdraht-Lehre	Westphälische gewöhnliche Lehre.
No.	Dicke in mm	Birmingham wire gauge No.	Halifax wire gauge No.	No.	No.	Benennung.
100	10	—	—	30	29	
94	9,4	00	00	29	28	
88	8,8	0	0	28	27	
82	8,2	—	—	27	—	
76	7,6	1	1	26	26	Ketten
70	7,0	2	2	25	25	Schleppen
65	6,5	3	3	24	—	
60	6,0	4	4	23	24	Grob Rincken
55	5,5	5	5	22	23	Fein -
50	5,0	6	6	21	—	
46	4,6	7	7		22	Malgen
				20		
42	4,2	8	8		21	Grob Memel
				19		
38	3,8	9	9		20	Mittel -
34	3,4	10	10	18	19	Fein -
31	3,1					
		11	11	17	18	Klink Memel
28	2,8					
		12	12	16	17	Natel
25	2,5					
		13	13	15	16	Mittel
22	2,2					
				14	15	Dünn Mittel
20	2,0	14	14	13	14	3 Schillings
18	1,8	15	15	12	13	4 -
					12	
16	1,6	16	16	11	11	2 Band
				10		
14	1,4	17	17	9	10	1 -
13	1,3	—	—	8	9	—
12	1,2	18	18	7	8	3 -
11	1,1	—	19	6	7	4 -
10	1,0	19	20	5	6	5 -
9	0,9	20	21	4	5	6 -
8	0,8	21	22	3	4	7 -
					3	
7	0,7	22	23	2	2	Ord. Münster; 1 Blei
		23	24			Fein Münster; 2 Blei
6	0,6		25	1	1	Gattung oder 3 Blei
5/5	0,55	24	—	—	—	Feine Gattung
5	0,50	25	26	P	—	1 Hol oder 4 Blei
4/5	0,45	26	27	—	—	2 - - 5 -
4	0,40	27	28	—	—	3 - - 6 -
3/7	0,37	28	29	—	—	4 - - 7 -
3/4	0,34	29	30	—	—	5 - - 8 -
3/1	0,31	30	31	—	—	6 - - 10 -
2/8	0,28	—	32	—	—	7 - - 12 -
2/6	0,26	31	33	—	—	8 - - 14 -
2/4	0,24	—	34	—	—	9 - - 15 -
2/2	0,22	32	35	—	—	10 - - 16 -
2	0,20	33	36	—	—	11 - - 17 -

Tabelle II.

Drahtnummer der Birmingham wire gauge.	Durchmesser. Johnson & Nephew (Culley). mm	Clark & Sabine. mm	Douglas. mm		C. V. Walker. mm	Zoll englisch		Normal-Lehre empfohlen durch eine Commission d. Telegr. Society 1880. mm
00	9,21	9,65	9,22		9,52	24		11,18
0	8,40	8,64	—		8,73	22		10,00
1	7,61	7,62	7,62		7,94	20		8,94
2	7,11	7,21	7,11		7,14	18		8,00
3	6,60	6,58	6,60		6,35	16		7,16
4	6,10	6,05	6,10		5,95	15		6,40
5	5,59	5,59	5,59		5,56	14	64stel	5,72
6	5,08	5,16	5,16	5,08	5,16	13		5,12
7	4,69	4,57	4,70		4,76	12		4,58
8	4,31	4,19	4,32		4,36	11		4,10
9	3,93	3,75	3,94		3,97	10		3,66
10	3,55	3,40	3,56		3,57	9		3,28
11	3,17	3,05	3,18	3,05	3,17	8		2,93
12	2,79	2,77	2,79		2,86	36		2,62
13	2,41	2,41	2,41		2,54	32		2,35
14	2,15	2,11	2,16	2,11	2,22	28		2,10
15	1,92	1,83	1,91	1,83	1,90	24		1,88
16	1,65	1,65	1,65		1,59	20		1,68
17	1,44	1,47	—		1,43	18	320stel	1,50
18	1,27	1,24	1,27	1,24	1,27	16		1,34
19	1,14	1,07	1,14		1,11	14		1,20
20	1,01	0,89	1,02		0,95	12		1,07
21	0,88	0,81	0,89		0,87	11		0,960
22	0,76	0,71	0,76	0,71	0,79	10		0,859

Um dem Bedürfnisse zu genügen, an Stelle der gewohnheitsmässig im Gebrauche befindlichen, untereinander wesentlich abweichenden Birmingham-Lehren ein einheitliches Maass zu setzen, wählte die Society of Telegraph Engineers in London eine Commission[8]), welche die Frage eingehend untersuchte und das von L. Clark proponirte System einer Normallehre wieder aufnahm und zur allgemeinen Annahme empfahl. Diese Lehre ist in der 6. Columne vorstehender Tabelle angegeben. Der Durchmesser von No. 0 = 1 cm ist zu Grunde gelegt; es verringert sich das Gewicht jeder folgenden Nummer um 20 %, bezw. steigt dasjenige jeder vorhergehenden um 25 %, während die Durchmesser von Nummer zu Nummer um 10,557 % ab-, bezw. um 11,803 % zunehmen.

Die indische Telegraphen-Verwaltung führte eine Stufenleiter von Drahtnummern dadurch ein, dass sie als Draht No. 1, den-

[8]) Society of Telegraph Engineers, Bd. 8; London 1880; S. 476.

jenigen wählte, von welchem die Statute Meile 25 lbs wog und von diesem ausgehend, die Nummern in der Weise folgen liess, wie das Gewicht einer Meile Drahtes von 25 lbs zu 25 lbs steigt, um als No. 50 denjenigen Draht zu erhalten, von welchem die engl. Meile 1250 lbs wiegt[9]). No. 1 dieser Lehre hat demnach 1,07 mm, No. 50 dagegen 7,62 mm Durchmesser.

Die amerikanische Lehre beginnt mit No. 0000 von 11,68 mm Durchmesser und hat als No. 40 einen Draht von 0,08 mm Durchmesser.

XIV. **Oberfläche und Bruchfläche des Drahtes.** Der Telegraphendraht muss eine glatte Oberfläche ohne Furchen, Risse und Splitter haben und im Innern von gleichmässiger Masse sein, auf dem Bruch eine gleichförmige matte hellgraue Farbe, ohne schwarze Punkte und glänzende helle Stellen zu zeigen, und ein faseriges nicht körniges Ansehen der Bruchfläche haben. Die Oberfläche muss vor und nach dem Verzinken geprüft werden.

XV. **Biegsamkeit des Drahtes.** Die Biegsamkeit, bezw. die Zähigkeit des Drahtes wurde früher durch eine gewisse Anzahl Biegungen gemessen, welche derselbe, im rechten Winkel gebogen, ertrug. Zur Prüfung derselben wurde eine bestimmte Länge Drahtes in Griffe gespannt und im rechten Winkel hin- und hergebogen, bis der Bruch eintrat. Diese Prüfungsmethode aber war durchaus nicht zuverlässig, da der Draht nicht immer an derselben Stelle beansprucht wurde. Genaue Controlmessungen wiesen die Unsicherheit der gewonnenen Resultate nach. Um die Unvollkommenheiten dieser Prüfungsart zu beseitigen, construirte man eine Biegemaschine, mittels welcher der Draht um einen rechten Winkel aus Stahl, dessen Spitze mit 1 cm Radius abgerundet war, gebogen wurde. Aber auch dies erwies sich nicht als zuverlässig, und man verliess in Folge dessen diese Prüfungsmethode ganz.

Eine weit vollkommenere Methode, die Zähigkeit des Materials zu prüfen, bietet die Bestimmung der Anzahl Torsionen, welche eine gewisse Länge Drahtes aushält. Zu diesem Zwecke wird ein vollkommen gerades Drahtstück auf eine freie Länge von 15 cm an beiden Enden fest eingeklemmt und durch Drehung des einen Endes um die Axe des Drahtes tortirt. Die dazu dienende Vorrichtung besteht aus zwei Klemmbackenpaaren, deren eines in einem feststehenden Lager durch eine Kurbel gedreht werden kann. Das andere Klemmbackenpaar muss in der Axenrichtung in einem Schlitten verschiebbar gelagert sein, damit die Längenveränderung des tortirten Drahtstückes frei erfolgen könne. Die Kurbel muss sehr gleichmässig und mit einer bestimmten Geschwin-

[9]) 1 lb engl. = 0,4533 kg.; 1 Statute Meile = 1,609 Kilometer.



digkeit (von gewöhnlich 15 Umdrehungen in 10 Secunden) bewegt werden, wenn die Resultate zuverlässig ausfallen sollen. Es würde sich empfehlen an der Kurbel eine Räderübertragung anzubringen, um eine langsamere und gleichmässigere Torsion zu erzielen. Zur Bestimmung der Anzahl der Torsionen macht man eine Längsmarke mittelst Tinte am Drahte und zählt nach eingetretenem Bruch die vollen Schraubengänge der auf dem Drahte entstandenen Schraubenlinie.

Der Telegraphendraht muss bis der Bruch eintritt folgende Anzahl Torsionen aushalten:

5 mm	12 Torsionen.
4 -	13 -
2,5 -	18 -
2 -	
1,5 -	

XVI. **Die Festigkeit des Drahtes,** zweifelsohne die wichtigste Eigenschaft desselben, welche der Prüfung unterworfen werden muss, wird am besten mittelst directer Belastung bestimmt. Die zu gleichem Zwecke angewandten Maschinen ermöglichen zwar ein bedeutend schnelleres Prüfungsverfahren, schliessen aber die nothwendige vollständige Controle derselben durch einen weniger Sachverständigen, welchem die Prüfung obliegt, aus. Das auf Festigkeit zu prüfende Drahtstück wird zwischen zwei besonders kräftig gebauten und sorgfältig gearbeiteten Froschklauen (siehe §. 5, XX), auf eine freie Länge von 10 cm eingeklemmt. In diese Froschklauen werden 4 cm lange, für jede besondere zu prüfende Drahtsorte genau passend hergestellte Stahlbacken eingelegt. Nachdem auf die an der einen Froschklaue befestigte Waagschale ein Theil der Belastung aufgegeben worden ist, wird sie mit einem an der anderen angebrachten Flaschenzuge oder mit einer Winde gehoben. Hiernach werden solange Gewichtsstücke von zunächst je 25 kg, sodann 10 und zuletzt 5 kg aufgegeben, bis der Draht reisst. Die Gewichte müssen dabei ohne Stoss und in gleichmässigen Zwischenzeiten aufgegeben werden. Das Gewicht, bei welchem der Bruch des Drahtes eintritt, nennt man die Festigkeit desselben, sie soll für den Telegraphen-Eisendraht 4000 kg für den Quadratcentimeter Querschnitt oder für den Draht vom Durchmesser von

5	mm	rund	785 kg
4	-	-	500 -
3	-	-	280 -
2,5	-	-	195 -
2	-	-	125 -
1,5	-	-	70 -
1	-	-	30 -

betragen.

XVII. Der **Zinküberzug des Drahtes** darf sich beim Biegen nicht losblättern und nicht brüchig werden, wenn derselbe um einen Draht gleicher Stärke auf 15 cm mit 6 fest an demselben anliegenden Spiralgängen aufgewunden wird. Derselbe muss den Draht ununterbrochen bedecken und so stark sein, dass sieben Eintauchungen des Drahtes von je einer Minute Dauer in eine Lösung von 1 Gewichtstheil Kupfervitriol in 5 Gewichtstheilen Wasser erfolgen können, ohne dass sich derselbe mit einer zusammenhängenden Kupferhaut bedeckt.

XVIII. **Gewicht der Adern des Drahtes.** Die einzelnen Stücke, aus welchen der Draht besteht, die Drahtadern, dürfen bei einem durchschnittlichen Gewichte von

17 kg für den 5 mm Draht
15 - - - 4 - -
9 - - - 2,5 - -

in sich weder Löth- noch Schweissstellen enthalten und dürfen nicht mehr als 12 % dieses Gewichtes leichter sein. Die Enden sämmtlicher Drahtadern sind vor der Prüfung auf mindestens 50 cm abzuschneiden. Der Draht kommt in Bunden von 50 bis 75 kg Gewicht zum Versandt. Für die beim Leitungsziehen entstehenden Drahtbrüche haften der Regel nach die Lieferanten des Drahtes.

XIX. **Allgemeines über Prüfungsmethoden und Anforderungen.** Zieht man mit kräftigem Zuge eine einfache Schlinge im Drahte und zwar so, dass beide Drähte fest aneinander hingleiten, ohne dass das eine Ende die Schlinge durchdringt, und biegt denselben wieder zurück, so bietet dies Verfahren, je nachdem es sich ein-, zwei- und mehrmals wiederholen lässt, eine einfache Probe und gute Handhabe, um ein schnelles praktisches Urtheil über die Güte des Drahtes zu fällen. Die Drahtprobe durch diesen sogenannten Schlingenzug hängt aber zu sehr von der Kraft und Fertigkeit des Prüfenden ab, um als Maass benutzt werden zu können.

Je biegsamer man den Draht wählt, desto weniger Festigkeit kann derselbe bieten und umgekehrt. Die oben gegebenen Zahlen, welche das Maass der Biegsamkeit und Festigkeit bestimmen, begrenzen die Güte des Drahtes derart, dass es schwierig wird, vollständig entsprechendes Material zu erzeugen. Bei nur wenig höherer Festigkeit kann die erforderliche Anzahl Torsionen nicht mehr erreicht werden. Da nun aber die Forderung der so bedeutenden Biegsamkeit des Drahtes hauptsächlich in dem Umstande begründet ist, dass der Draht bei der Verarbeitung im Leitungsbau da nicht breche, wo er durch kurze Biegungen stark beansprucht werden muss, und diese Forderung lediglich dadurch hervorgerufen wurde, dass in den früher zur Verbindung der einzelnen Drahtadern untereinander dienenden sogenannten Würge-

löthstellen, — wir kommen auf die Löthstellen weiter unten zurück, — häufig Brüche eintraten, so scheint es, seit man diese Art der Drahtverbindung verlassen und zur flachen sogenannten Britanniaverbindung übergegangen ist, angezeigt, dass man sein Augenmerk nicht mehr in erster Reihe dieser Eigenschaft des Drahtes, der Anzahl Torsionen, welche derselbe aushält, zuwende, sondern dasselbe vorzugweise auf die Festigkeit des Materials richte. Hierbei muss natürlich die Biegsamkeit des Drahtes doch insofern Berücksichtigung finden, als derselbe ein Umwinden um den Isolatorkopf der Abspannstelle gefahrlos erfolgen lassen muss, kürzere Biegungen dagegen kommen in den Leitungen thatsächlich nicht mehr vor. Bei der Behandlung des Durchhanges der Leitungsdrähte werden sich weitere Vortheile für die Verwendung härteren, im bestimmten Grade elastischen Materials ergeben.

Als Hauptbedingungen, die man an die Telegraphendrähte stellen muss, lassen sich also die folgenden aufstellen: Grösste Festigkeit bei möglichst geringem Gewicht, verbunden mit genügender elektrischer Leitungsfähigkeit und der erforderlichen Biegsamkeit, um die sichere Herstellung der Abspannstellen erfolgen zu lassen.

Die Prüfungsmethoden und die Anforderungen, welche man an den Telegraphen-Eisendraht stellt, wurden im Wesentlichen nach den für die Deutsche Reichstelegraphen-Verwaltung massgebenden Bedingungen, wie sie in der Telegraphen-Bauordnung[10]) vorgeschrieben sind, dargestellt.

Dieselben Bedingungen werden auch von den Deutschen Bahnverwaltungen beim Ankauf ihres Bedarfs benutzt.

Umstehende Tabelle enthält die Bedingungen für in England zum Leitungsbau verwendete Eisendrähte, wie dieselbe von Preece und Sivewright[11]) gegeben werden. Zur besseren Uebersicht ist dieselbe in metrisches Maass umgerechnet.

Der Widerstand der Drähte erscheint auffällig gering. Culley[12]) giebt den Widerstandswerth einer sorgfältig gemessenen Leitung No. 8 B. W. G. = 0,170″ englisch, oder 4,32 mm Durchmesser, für die Statute Meile = 1,609 Kilometer mit 14,28 Ohms (1 Ohm = 1,0486 Siemens'scher Einheit), was unter Annahme einer Beobachtungstemperatur von 15° C auf eine Leitungsfähigkeit des betreffenden Eisens von 7,7 schliessen lässt. Nach Clark und Sabine[13]) hätte dieselbe Drahtsorte nur 11 bis 12,5 Ohms Widerstand bei 15,5° C. Das in England

---

[10]) Telegraphen-Bauordnung für das Reichs-Telegraphen-Gebiet; Berlin 1877.
[11]) Preece and Sivewright, Telegraphy; London, 1876; S. 180.
[12]) Culley, Handbook of Practical Telegraphy; London, 1874; S. 32.
[13]) Clark and Sabine, Electrical Tables and Formulae; London, 1871; S. 140.

Drahtnummer nach der Birmingham-Lehre.	Durchmesser in Millimetern.			Gewicht eines Kilometers in Kilogrammen.			Minimum der absoluten Festigkeit für den Normaldurchmesser, in Kilogr.	Minimalzahl der Torsionen in der Länge von		Maximalwiderstand in S. E. eines Kilometers vom Normalgewichte des Drahtes, bei 0° C.	Constante Normalgewicht mal Widerstand.	Gewicht jedes Drahtringes in Kilogramm.		Minimalgewicht der einzelnen Drahtadern.
	Normal.	Minimal.	Maximal.	Normal.	Minimal.	Maximal.		15 Centim.	7,5 Centim.			Minimal.	Maximal.	
	mm	mm	mm	kg	kg	kg	kg			S. E.		kg	kg	kg
4	6,10	5,97	6,22	222,3	213,0	231,6	997	14	—	4,0	889	40,8	54,4	40,8
8	4,32	4,19	4,45	111,6	105,1	118,3	499	20	—	8,0	890	40,8	54,4	40,8
11	3,18	3,05	3,30	60,3	55,5	65,1	272	27	—	14,8	892	36,3	50,8	18,1
16	1,65	1,57	1,73	16,0	14,6	17,4	—	—	20	—	—	11,3	13,6	2,3

zum Leitungsbau verwendete Eisen mag thatsächlich ein durchschnittlich besser leitendes sein als das deutsche, da man das vorzügliche Material des sogenannten Holzkohlendrahtes verwendet, Durchschnittswerthe aus Messungen zahlreicher, längerer und gut isolirter Leitungen, bei genauer Bestimmung der Durchmesser und unter Berücksichtigung der jeweilig obwaltenden Temperatur liegen aber zum Vergleiche mit den Seite 5 gegebenen Widerstandswerthen nicht vor.

Die Festigkeit des Drahtes von 4,31 mm Durchmesser giebt Culley und zwar für Johnson und Nephew'sches Fabrikat mit 544 kg an. Dieser Draht ist weich und für den Telegraphenbau besonders angefertigt.

Noch ist zu bemerken, dass man in England den Draht nach dem Verzinken über zwei ungleichen Durchmesser habende, oder sich mit ungleicher Geschwindigkeit bewegende Trommeln gehen lässt und denselben hierdurch um 2% reckt. Es fällt somit das bei uns übliche Recken des Drahtes beim Leitungsbau weg.

XX. **Kupfer-Stahl-Draht.** In den Vereinigten Staaten, Central-Amerika, Brasilien, den Laplata Staaten, sowie in Russland, China, und Japan ist in neuerer Zeit vielfach Kupfer-Stahl-Draht (Compound-Telegraph-Wire) zur Anwendung gekommen. Der in Amerika Anfangs der 70er Jahre bekannt gewordenen Erfindung[14]) liegt der Gedanke zu Grunde, an Stelle des weniger festen und schlechter leitenden Eisendrahtes, eine Vereinigung des grössere Festigkeit bietenden Stahls mit dem besser leitenden Kupfer treten zu lassen, welche bei geringerem Querschnitte, d. h. bei kleinerem Gewichte für die Längeneinheit, dieselbe Leitungsfähigkeit wie die schwerere Eisenleitung hat. Abgesehen davon, dass dünnerer Draht dadurch Vortheile bietet, dass die von der Oberfläche der Leitung abhängige Ladung, welche auf längeren Linien störend auftritt, verringert wird, und dass auch

[14]) Dingler, Polytechnisches Journal, Bd. 217, S. 348 und Journal télégraphique Bd. 2, S. 296.



die inducirende Wirkung eines Drahtes auf einen am selben Gestänge auf grössere Entfernung mit ihm parallel laufenden Draht entsprechend schwächer ist, muss besonders die Möglichkeit, den Leitungsdrähten grössere Spannweiten geben zu können und dadurch weniger Unterstützungen zu bedürfen, bezw. den Bau der Gestänge leichter gestalten zu können, zu Gunsten dieses Drahtes sprechen. Lediglich der Preis, welcher ein wesentlich höherer ist als derjenige des Eisendrahtes, steht der allgemeinen Anwendung des Kupfer-Stahl-Drahtes entgegen. Ueberall da aber, wo die Kosten des Transportes dem Eigenwerthe des Leitungsdrahtes gegenüber beträchtliche werden und, wie namentlich beim Bau von Linien in entfernten Ländern, hauptsächlich in Frage kommen; oder wo es sich darum handelt, grössere Drahtlängen mit den einfachsten Mitteln schnell zu bewegen, wie im militärischen Feldtelegraphenbau, treten die Beschaffungskosten des Materials gegen den Vortheil eines geringeren Gewichtes der Längen-Einheit in den Hintergrund und findet der Kupfer-Stahldraht mit grossem Nutzen Verwendung.

Der Draht besteht aus einem verzinnten, die Seele bildenden Stahldrahte, welcher mit einem gleichfalls verzinnten Kupferstreifen, der in flachen Spiralgängen um ersteren gelegt ist, überzogen und verlöthet wird. Beide Materialien bieten in dieser, durch das Zieheisen unter gleichzeitiger Verlöthung gebildeten ausserordentlich festen Verbindung einen mechanisch sehr dauerhaften und elektrisch leitungsfähigen Draht. Während das Gewicht einer Eisendrahtleitung gleicher Leitungsfähigkeit etwa das dreifache derjenigen der Kupfer-Stahl-Draht-Leitung ist, ist die Bruchfestigkeit letzterer nur wenig geringer als die ersterer. Die folgende Tabelle enthält für die gewöhnlich zur Verwendung kommenden Drahtstärken die zu vergleichenden Werthe nach den Angaben der Gebr. Siemens in London.

Nummer.	Widerstand eines Kilometers Leitung bei 15° C. S. E.	Eisendraht.			Kupfer-Stahl-Draht (Compound Wire).		
		Durchmesser mm	Gewicht eines Kilometers kg	Bruch-Festigkeit kg	Durchmesser mm	Gewicht eines Kilometers kg	Bruch-Festigkeit kg
1	4,7	6	217	1414	3,25	70	897
2	5,6	5,5	182	1188	3,00	59	741
3	6,8	5	151	982	2,75	49	608
4	8,4	4,5	122	795	2,50	40	539
5	10,7	4	96	629	2,25	32	403
6	13,9	3,5	74	480	2,00	25	326

Es erübrigt noch zu bemerken, dass das für die gleiche Länge erforderliche Material Kupfer-Stahl-Draht-Leitung etwa das Doppelte guter Eisendraht-Leitung von gleicher Leitungsfähigkeit kostet.



§. 2.

Die Isolatoren der oberirdischen Telegraphenlinien.

a. Die verschiedenen Constructionen der Isolatoren für oberirdische Telegraphenlinien.

I. **Allgemeines über die Construction der Isolatoren.** Um die möglichst ungeschwächte Uebermittelung des elektrischen Stromes von einer Station nach einer anderen hin erfolgen zu lassen, ist es nothwendig, dass der Leitungsdraht vollkommen von jeder die Elektricität leitenden Verbindung mit der Erde und mit anderen Leitern abgeschlossen sei. Da der Draht auf grössere Entfernungen zahlreicher Unterstützungen bedarf, und es keinen die Elektricität vollkommen nichtleitenden Körper giebt, aus welchem diese Unterstützungen hergestellt werden könnten, so kann dies Ziel nur näherungsweise erreicht werden. Im Anfang versuchte man den Draht dadurch gegen Stromverlust zu sichern, dass man denselben unter Umwickelung mit lackirtem Bande oder mit Gummistreifen in dem Holze der Tragstange befestigte. Bei Regen und feuchter Luft aber wurde über den Gummi hinweg, der nassen Oberfläche des Holzes entlang ein so bedeutender Theil des Stromes zur Erde abgeleitet, dass bei nur geringer Länge der Leitung die Uebermittelung elektrischer Zeichen nach der Nachbarstation unmöglich wurde. Man wand den Draht in Folge dessen um Glasknöpfe, die man an der Stange befestigte, oder führte ihn durch Hülsen von isolirendem Material wie Thon oder Porcellan und erzielte hierbei schon wesentlich günstigere Resultate. Beim Regen aber fand immerhin noch ein so grosser Stromverlust statt, dass der regelmässige telegraphische Verkehr auf grössere Entfernungen thatsächlich solange in Frage gestellt blieb, bis diejenige Form des Isolators gefunden worden war, welche noch heute die Grundform aller Isolationseinrichtungen für oberirdische Telegraphenleitungen bildet, die Glocke aus isolirendem Material. Die innerhalb der Glocke befindliche Oberfläche des Isolationsmateriales bleibt zunächst gegen Verunreiniungen durch Staub, namentlich aber beim Regen gegen Nässe geschützt und bewirkt eine von den Witterungseinflüssen mehr unabhängige Isolation. Glas als Material erwies sich als unzweckmässig. Theils boten verschiedene Glassorten an sich ein nicht unerhebliches Leitungsvermögen dar (bleihaltige Glassorten), theils waren die mechanischen Eigenschaften des Glases ungenügende, wie sich dies namentlich bei Verwendung stärkeren Eisendrahtes zu den Leitungen herausstellte. Im Porcellan aber fand sich eine viel festere und zweckmässigere Masse,

aus welcher Isolationsvorrichtungen hergestellt werden konnten, und dies Material wird auch bis auf verhältnissmässig beschränktere Anwendung des Hartgummi jetzt fast ausschliesslich zur Isolation der Leitungsdrähte verwendet. Nur in England sind noch Thonglocken und in Amerika vielfach noch Glasisolatoren im Gebrauche.

Die einfache Glockenform des Isolators konnte jedoch den höheren Anforderungen, welche bei Weiterentwickelung der Telegraphie an die Isolation der Leitungsdrähte gestellt werden mussten, noch nicht genügen. Die Oberfläche des Isolators im bethauten, bestaubten oder berussten Zustande, wie ihn die atmosphärischen Verhältnisse thatsächlich immer bedingen, bildet einen, wenn auch schlechten Leiter der Elektricität, und nur zwei Wege giebt es, um den Stromverlust, welcher durch diesen Leiter nach der Erde stattfindet, einzuschränken. Soll nämlich der Isolator dem Strome beim Uebergange vom Leitungsdrahte zur Erde einen möglichst grossen Widerstand entgegensetzen, so muss entweder die Breite der leitenden Oberfläche desselben verkleinert, oder deren Länge vergrössert werden. Die Breite der leitenden Fläche kann nur dadurch kleiner gemacht werden, dass der Querschnitt des Isolators verringert wird. Dem setzt jedoch die von demselben zu verlangende Festigkeit eine natürliche Grenze. Ebenso stellt sich, wenn nicht eine zerbrechliche Vorrichtung entstehen soll, eine gleiche praktische Grenze der Verlängerung der einfachen Glocke entgegen. In der Verdoppelung der Glocke aber ist ein Ausweg geboten und eine Construction gefunden worden, welche ein den Anforderungen vollkommen genügendes Resultat ergeben hat.

Bei der Besprechung der verschiedenen Isolatorenconstructionen sei es gestattet, im Wesentlichen der den Gegenstand erschöpfend behandelnden verdienstvollen Arbeit Rother's zu folgen. Obwohl die Gruppirung nach verschiedenen Ländern im Allgemeinen beibehalten wird, möge jedoch diese Trennung nicht in der Weise aufgefasst werden, als sei es die Absicht, sämmtliche Isolationseinrichtungen der verschiedenen Staaten aufzuführen, vielmehr sollen nur die von einander abweichenden Formen und eigenthümlichen Constructionen hervorgehoben werden. Unter diesem Gesichtspunkte liess sich das Material in weitere Gruppen zusammenfassen, und es werden an den betreffenden Stellen die in anderen Staaten zur Verwendung gekommenen ähnlichen Isolationsvorrichtungen, soweit solche Interesse zu bieten scheinen, Erwähnung finden, wobei bemerkt werden möge, dass im Allgemeinen nur die thatsächlich in grösserem Umfange zur Verwendung gekommenen Constructionen berücksichtigt werden sollen. Der historischen Entwickelung ist ein besonderer Theil dieses Werkes gewidmet und kann dieselbe daher an dieser Stelle in zweite Linie treten, dagegen scheint es zur

Beurtheilung des Werthes der einzelnen Einrichtungen unerlässlich, auf dieselbe gebührend Bezug zu nehmen.

1. *Die Isolatoren Deutschlands.*

II. Den Leitungsdraht in einem einfachen Sägenschnitt der tragenden Telegraphenstange zu lagern und unter Umkleidung mit isolirendem gefirnissten Bande oder Gummistreifen zu befestigen, war, wie bereits erwähnt, die einfachste und nächstliegende Art der Isolation der Leitungen. Erst als sich dieses Mittel als unzureichend erwies, bildete man den an der Stange befestigten, den Draht tragenden oder haltenden besonderen Constructionstheil, welcher Isolator genannt wird. Hier sei von jenen anfänglichen Einrichtungen beispielsweise die 1844 auf der Strecke Castel-Biebrich-Wiesbaden der **Taunusbahn** erbaute Leitung[1]) erwähnt, auf welcher der aus 1,5 mm starkem Kupfer bestehende Leitungsdraht in einem einfachen Sägenschnitt der niederen hölzernen Tragpfähle ruhte, in welchen derselbe mit Holzkeilen befestigt war. Keil und Schnitt waren getheert und darüber ein Blechdach genagelt. Ende der 40er Jahre wurden die Leitungen auf den übrigen deutschen Bahnen vielfach ähnlich isolirt. Interessante Mittheilungen hierüber finden sich in Becker's, Strassen- und Eisenbahnbau, Stuttgart 1858. S. 333.

III. Der erste in **Preussen** für die Isolation der kupfernen Luftleitungen hergestellte Isolator ist in Fig. 6[2]) nach dem im Postmuseum zu Berlin erhaltenen Muster dargestellt. Derselbe, aus feinem weissen Porcellan hergestellt, bildete eine auf einer s-förmig gebogenen an der Stange befestigten eisernen Stütze mit Schwefel aufgekittete Glocke, um deren oberen eingeschnürten Theil der etwa eine Linie starke Kupferdraht herumgewunden wurde. Der Porcellankopf hatte die Wandstärke einer gewöhnlichen Porcellantasse und auch beiläufig die Grösse einer solchen. Werner Siemens gab diese Form des Isolators zuerst an, als er im Herbste 1848 die bis dahin unterirdisch geführte Leitung von Eisenach aus nach Frankfurt a. M. oberirdisch baute.

Fig. 6.

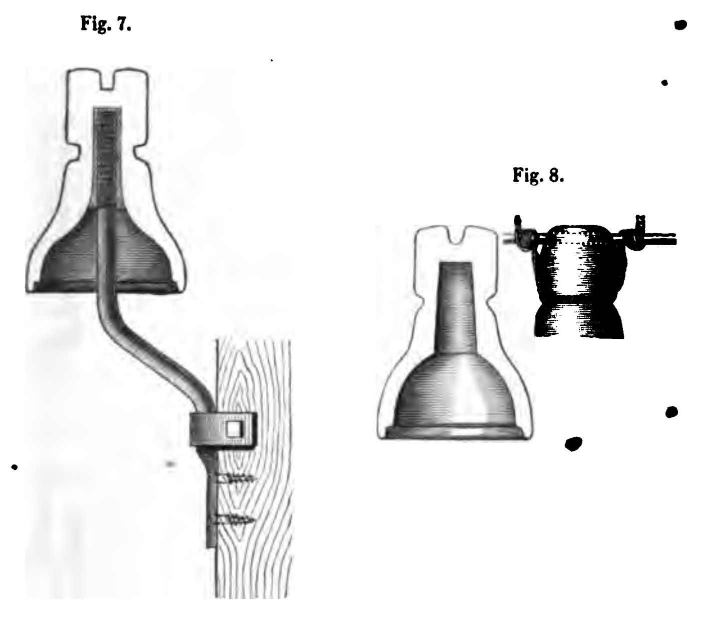


[1]) v. Weber, das Telegraphen- und Signalwesen der Eisenbahnen; Weimar, 1867; S. 37.

[2]) Sämmtliche im Folgenden abgebildeten Isolatoren sind so genau wie möglich in ½ der natürlichen Grösse dargestellt. Wo der Maasstab ein anderer, ist dies ausdrücklich bemerkt. — Die Befestigungsweisen der Isolatoren an den Telegraphenstangen sind dagegen in beliebigen stärkern Verkleinerungen dargestellt, deren Maasstäbe sich aus dem Vergleiche mit den Abbildungen der entsprechenden Isolatoren leicht schätzen lassen.

IV. Als man 1852 von der unterirdischen zur oberirdischen Führung der Leitungen überging, kam Eisendraht beim Bau derselben zur Verwendung, und mussten in Folge dessen stärkere Porcellanglocken hergestellt werden [3]). Es kamen hierbei zunächst die in Fig. 7 und 8

Fig. 7. Fig. 8.



abgebildeten Formen zur Anwendung. Erstere Figur zeigt die Befestigungsweise des Isolators mittels sförmig gebogener Stütze an der Telegraphenstange, letztere die Befestigungsweise des Leitungsdrahtes am Isolatorkopfe mittelst dünnen Bindedrahtes. Die scharfe Einschnürung des oberen Theils des Isolators verursachte, wenn eine stärkere Beanspruchung des Kopfes durch die in den Leitungen bei Temperaturabnahme stärker werdende Spannung eintrat, häufig ein Absprengen der Glocke, und daher schritt man in Preussen 1853 zur Construction des Isolators Fig. 9, S. 26. Man brachte über dem Kopfe des Isolators eine gusseiserne Kappe an und befestigte den Leitungsdraht an dieser. Das Bindemittel zwischen Kappe und Porcellankopf, sowie zwischen diesem und der s-förmigen Eisenstütze bildete Schwefel, der heiss in die Zwischenräume eingegossen wurde. Beim Erkalten krystallisirt der Schwefel und dehnt sich in Folge dessen aus, daher trat auch bei diesem Isolator ein häufiges Absprengen der Köpfe ein. Um dauerhaftere Isolatoren zu

[3]) Rother, der Telegraphenbau; 4. Aufl., Berlin, 1876; S. 70. — Ludewig, der Bau von Telegraphenlinien; Leipzig, 1869; S. 70.

erhalten, wurden die verschiedensten Wege eingeschlagen. So versuchte man beispielsweise einen den Leitungsdraht tragenden Haken mittelst Schwefels in einer emaillirten gusseisernen Glocke (Fig. 10) festzugiessen, aber die Isolation der Emaille erwies sich als bei Weitem unzureichend und durchaus unzuverlässlich.

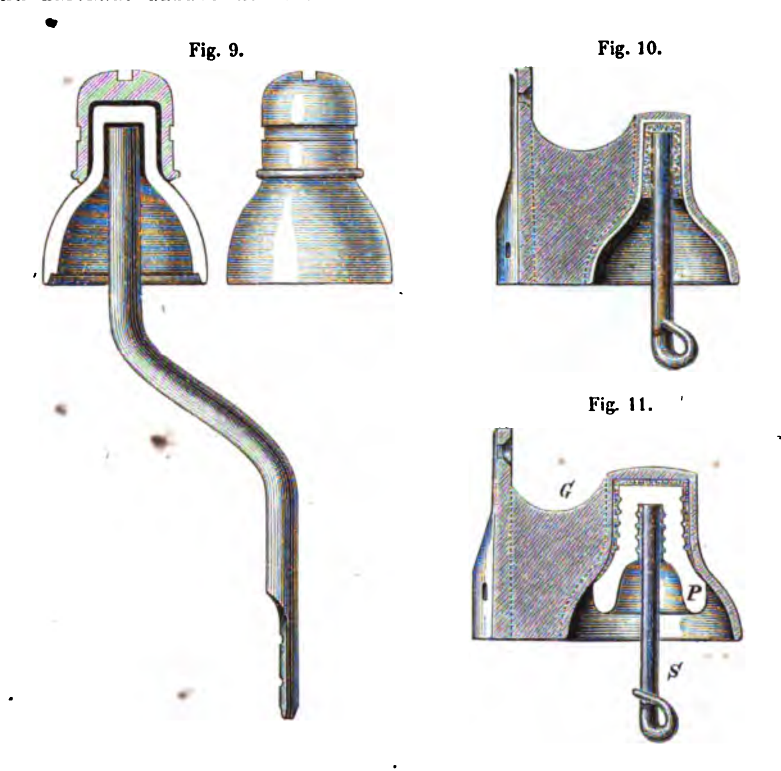


Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

V. Eine sehr brauchbare und dauerhafte Form von Isolatoren hatten dagegen **Siemens & Halske** bereits früher angegeben; dieselbe war namentlich bei der hannover'schen Telegraphen-Verwaltung 1852[4]) mit grossem Erfolge und in ausgedehnter Weise zur Verwendung gekommen. Die gusseiserne Glocke *G*, dieses in Fig. 11 abgebildeten Isolators, wurde mit drei Holzschrauben am Telegraphenmaste befestigt und trug im Innern den mittelst Schwefel- und Caput mortuum-Mischung eingekitteten starken Porcellankopf *P*, in welchem wiederum die Hakenstütze *S*, in welcher der Leitungsdraht ruhte, mit dem gleichen Bindemittel befestigt war. Durch diese Kittmasse wurden die Unzuträglichkeiten, welche das Eingiessen der Isolatorentheile mit Schwefel verur-

[4]) Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins 2. Bd.; Berlin, 1854; S. 3.

sachte, beseitigt und ein durchaus zuverlässiger Isolator hergestellt. Namentlich bot auch die gewählte kräftige Form der Porcellanhülse genügende Sicherheit gegen Beschädigung.

VI. Eine wesentliche Bedingung für die sichere Befestigung des Isolators ist die, dass der Zug des Leitungsdrahtes, der eventuell den Träger trifft, keine Drehung des Isolators bewirken kann. In der vorbeschriebenen Form beispielsweise würde die auf Drehung oder Biegung des Isolators gerichtete, vom Zug des Leitungsdrahtes herrührende Kraft an einem Hebelsarme wirken, der im Allgemeinen der Höhe der Befestigungsstelle des Isolators über demjenigen Punkte entsprechen würde, an welchem der Leitungsdraht mit der Stütze in Berührung ist. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, construirten **Siemens & Halske** um dieselbe Zeit den in Fig. 12 (in etwa $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ d. nat. Grösse) dargestellten Isolator, in welchem der Angriffspunkt des Leitungsdrahtes und der Befestigungspunkt in einer Geraden liegen. In dieser Construction ist bereits diejenige der heute allgemein üblichen Isolatoren in den Grundzügen festgelegt. Ueber die späteren Verbesserungen derselben enthält Ausführlicheres die Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins, Bd. 5, 1858, S. 51 bis 53 und S. 135, 136.

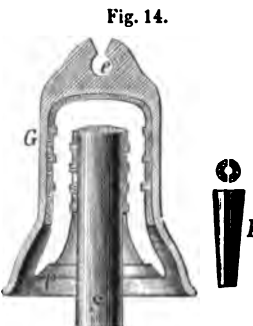
Fig. 12.



VII. Gusseiserne Isolatoren mit eingekitteten Porcellanhülsen kamen Anfangs der 50er Jahre im weitesten Maasse im Leitungsbau

Fig. 13.

Fig. 14.



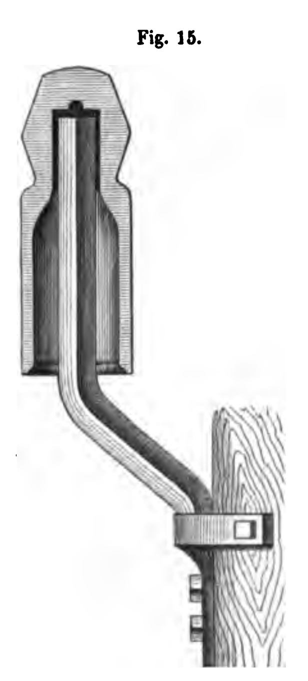
zur Verwendung und werden noch jetzt häufig da zur Isolation der Leitungen verwendet, wo eine grosse Festigkeit der Isolationseinrichtungen Erforderniss ist. Die von der **preussischen Telegraphen-Verwaltung** seit **1854** adoptirten Formen[5]) zeigen Fig. 13 und 14. Die-

[5]) Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, 2, 132.

selben waren auf am Maste befestigten s-förmigen Stützen von der in Fig. 9 abgebildeten Form angebracht. Fig. 13 stellt den Streckenisolator, Fig. 14 den Spannisolator dar. Bei ersterem war der Leitungsdraht in dem Einschnitt *e* der gusseisernen Glocke lose gelagert und wurde durch einen vorgesteckten Splint *s* am Herabfallen gehindert, während derselbe an der Glocke des kräftiger gebauten Spannisolators durch die halbrunden Keile *k* befestigt war. Solche Spannisolatoren waren in Entfernungen von etwa 750 Metern angebracht. Nur an jedem zehnten Isolator wurde somit der Leitungsdraht festgelegt, während er auf den zwischenliegenden frei gleiten konnte. Dies musste, wenn ein Drahtbruch eintrat, bewirken, dass die Leitung sich auf eine grössere Entfernung von den Isolatoren herabsenkte, ein Umstand, welcher, wo nicht triftige Gründe zur Anwendung dieser Befestigungsweise zwingen, als ein Nachtheil dieser Art des Leitungsbaues bezeichnet werden muss.

VIII. Die isolirenden Eigenschaften, welche diese Formen von Isolatoren boten, konnten aber dem Bedürfniss, auf sehr langen Strecken oberirdischer Leitungen ohne Uebertragung telegraphiren zu können, noch nicht genügen, man musste daher in dieser Beziehung höhere Anforderungen an den Isolator stellen. Eine in Preussen 1857 zum Studium der Frage eingesetzte wissenschaftlich-technische Commission gelangte zu der Entscheidung, dem Isolator die in Fig. 15 nach dem Original im Berliner Postmuseum abgebildete Form zu geben. Das Isolationsmaterial, für welches sich die Commission entschieden hatte, war weisses Glas, der daraus gebildete sogenannte „**Commissionskopf**“ konnte sich aber, obwohl er im Betreff der Isolation keine ungünstigen Resultate ergab, seiner Zerbrechlichkeit halber nicht dauernd in den Leitungen behaupten.

Fig. 15.



IX. Die thatsächliche Lösung der Aufgabe wurde erst in der Construction der Doppelglocke gefunden, welche von v. Chauvin — der jener Commission nicht mit angehört hatte — kurz darauf 1858[6]) angegeben wurde. Bis zu der Zeit aber, wo die in fast unveränderter Form heute noch im

[6]) Rother, der Telegraphenbau S. 73, aus der Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, 6, 237.

Gebrauche befindliche Chauvin'sche Doppelglocke zur Isolation der Leitungen verwendet wurde, kam die von **Borggreve** 1857 angegebene Form des Isolators (Fig. 16, 17 und 18) zur Anwendung. Diese Isolatoren, die sowohl von Glas als auch von Porcellan hergestellt worden sind, finden sich jetzt noch hie und da in Nebenleitungen benutzt, wo

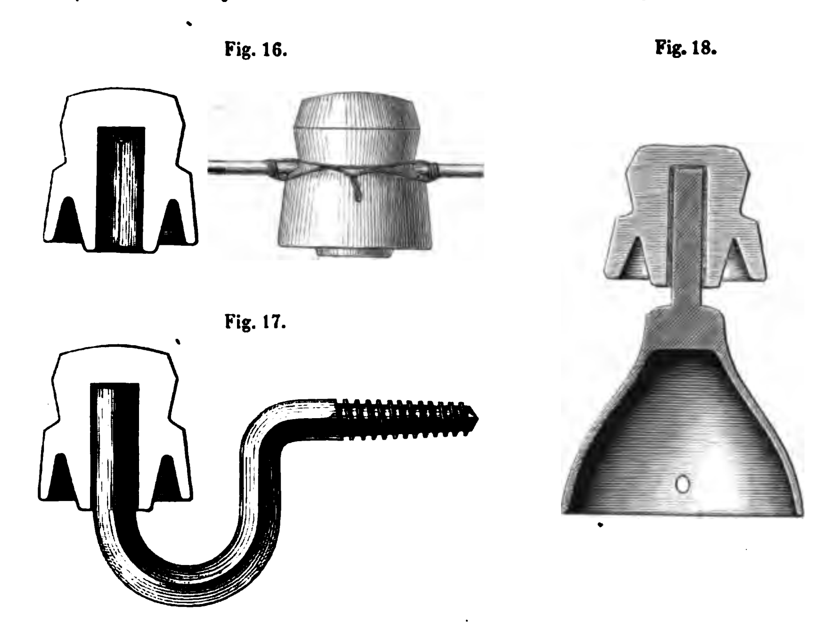
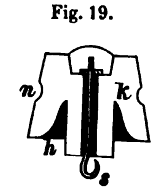


Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18.

eine grosse Festigkeit des Isolators erfordert wird. Die durch dieselben zu erzielende Isolation kann in Anbetracht der so kurzen Glockenfläche nur eine geringe sein. Fig. 17 zeigt den Isolator mit schmiedeeiserner Stütze zur seitlichen Befestigung an der Stange, Fig. 18 den mit gusseiserner Kappe zur Befestigung auf dem Zopfende der Stange, während Fig. 16 die Art der Befestigung des Leitungsdrahtes mit dünnem Bindedrahte ersichtlich macht.

X. Hierbei sei nebenbei auch an den in der allgemeinen Form nicht unähnlichen Porcellan - Glockenisolator erinnert, welchen **Ricardo** sich 1848 patentiren liess[7]). Der Leitungsdraht sollte in den Stützenhaken *s* (Fig. 19), welcher durch eine Schraubenmutter im Porcellankopfe *K* festgehalten wurde, getragen werden, während die Nute *n* zur seitlichen Befestigung an der Tragstange diente. Der Hohlraum *h* sollte die Isolation beim Regen bewirken.

Fig. 19.

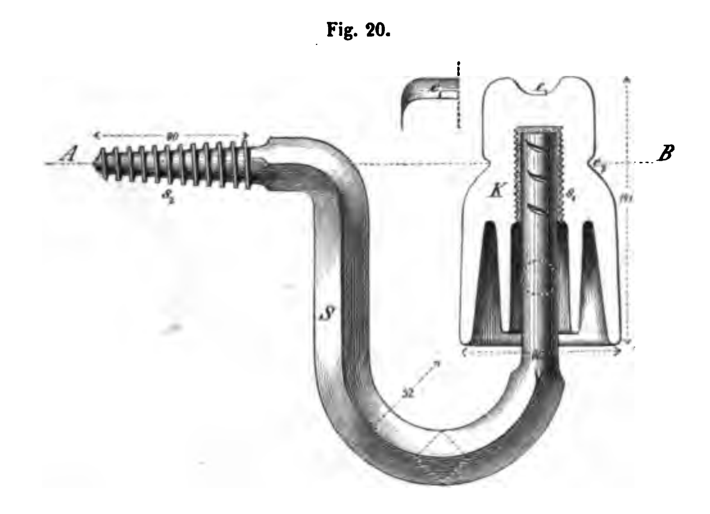


[7]) Dingler, Polytechnisches Journal, **118**, 12.

XI. Der oben erwähnte Chauvin'sche Isolator ist Seitens der deutschen **Reichs - Telegraphen - Verwaltung** in der im Folgenden beschriebenen Form als **Normal-Isolator** für oberirdische Leitungen angenommen worden. Dieser Isolator ist bei Weitem am häufigsten auf dem Continente zur Verwendung gekommen, namentlich in Deutschland ist er fast überall im Gebrauche.

Seine Form weicht nicht wesentlich von der ursprünglich angegebenen ab; hier dürfte die Abbildung der jetzt als Normalmuster geltenden genügen; dieselbe ist in Fig. 20 und 21 nach der Telegraphen-Bauordnung des Deutschen Reiches gegeben.

Fig. 20.



Der aus bester Porcellanmasse aus einem Stücke hergestellte Kopf K bildet eine Doppelglocke. An seinem oberen Theile hat der Kopf eine abgerundete Einkerbung e_1, welche den Leitungsdraht aufnimmt, und unterhalb dieser eine Einschnürung e_2. Der innere Theil ist mit einem Schraubengewinde s_1 versehen, welches die gebogene schmiedeeiserne Stütze S aufnimmt. Diese Stütze besteht aus einem spiesskantig gebogenen 20 mm starken Quadrateisen, an welches einerseits die zur Befestigung des Isolators an der Telegraphenstange dienende Holzschraube s_2 angeschnitten ist, deren anderes Ende cylindrisch ausläuft. An dem in das Gewinde s_1 reichenden cylindrischen Theile der Stütze S sind mittelst Meissels scharfkantige Kerben eingehauen, welche dazu dienen, den das Befestigungsmaterial zwischen Stütze und Kopf bildenden Hanf am Eisen festzuhalten. Wird etwas mit Leinöl getränkter Hanf um das

gekerbte Ende der Stütze gewunden, hierauf der Kopf aufgesetzt und kräftig aufgeschraubt, so giebt dies eine ausserordentlich solide Verbindung beider Theile, wie sie beispielsweise durch Kitten nicht erreicht werden kann. Die Verwendung des Hanfes, welcher elastisch ist, als Bindemittel zwischen dem Porcellan und dem Eisen, bietet noch den Vortheil, dass das häufig durch ungleiche Wärmeausdehnung beider Materialien herbeigeführte Sprengen der Köpfe nicht stattfindet. Die Hauptmaasse dieses Isolators sind aus Fig. 20 ersichtlich, während

Fig. 21.

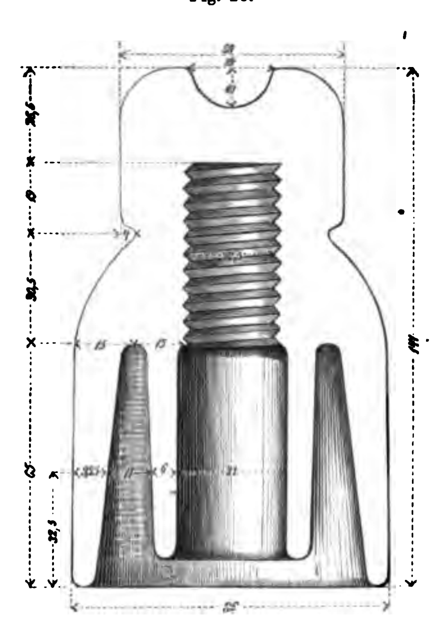


Fig. 21 den Querschnitt des Porcellankopfes in ½ d. nat. Grösse mit genauen Maassangaben darstellt.

XII. Die Isolation kürzerer Leitungen, namentlich auf den deutschen Eisenbahnen, bewirkt man häufig noch durch den in Fig. 22, S. 32, abgebildeten Isolator, der im Gegensatze zu dem vorbeschriebenen „grossen Doppelglocken-Isolator“, dem er in der Construction und Ausführung vollständig ähnlich ist, gewöhnlich der **„kleine Doppelglocken-Isolator“** genannt wird.

XIII. Von einfachen Glockenisolatoren, deren eine grosse Anzahl von Formen noch im Gebrauche ist, seien hier beispielsweise

das ältere **sächsische** Muster (Fig. 23) und das in **Baden** gegenwärtig übliche (Fig. 24) erwähnt. Aehnliche einfache Glocken sind theils auf u-förmigen, theils auf s-förmigen, endlich auf Winkel-Stützen vielfach verwendet worden.

Fig. 22.

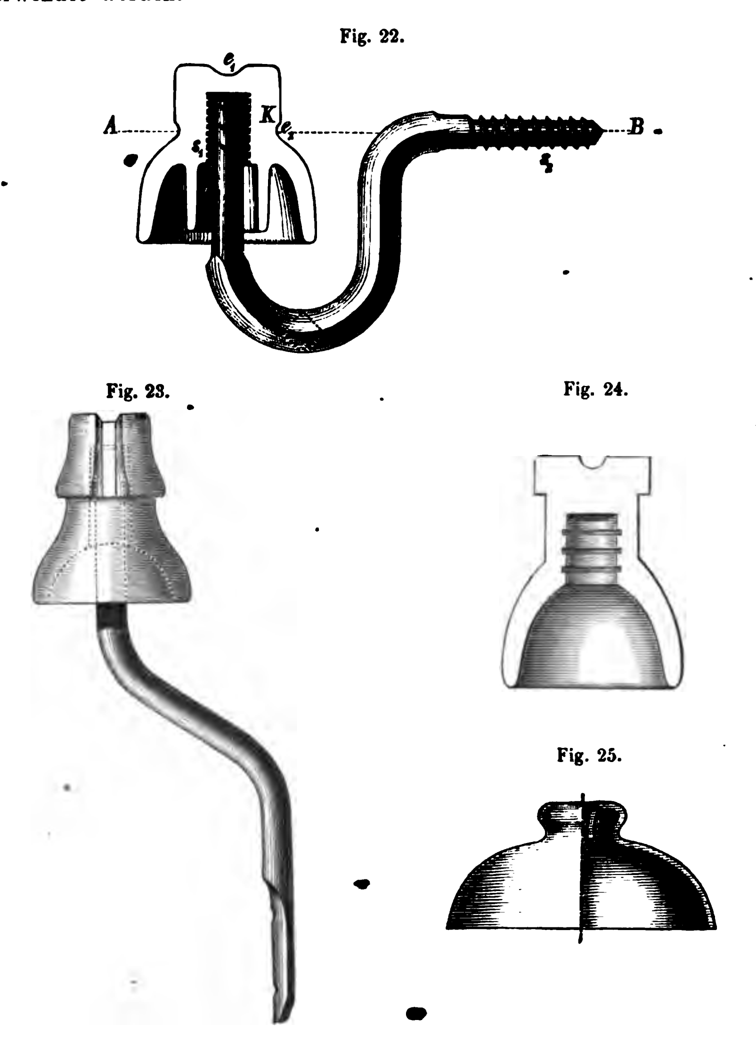


Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 25.

Es dürfte nicht uninteressant sein, noch einige der an verschiedenen Orten zur Benutzung genommenen Varianten aus der ersten Zeit des Baues oberirdischer Leitungen vorzuführen, da dieselben drastisch die verschiedenen Wege kennzeichnen, die man zur Erreichung desselben Zweckes für geeignet hielt.

Fig. 25 zeigt den auf der Strecke Werdau-Hof[8]) **der sächsisch-bayerischen Staatseisenbahn 1852** zur Anwendung gekommenen Isolator, welcher aus dünnem grünen Bouteillenglase hergestellt wurde, Fig. 26 eine gleichfalls aus Glas hergestellte ältere Form der **württem-**

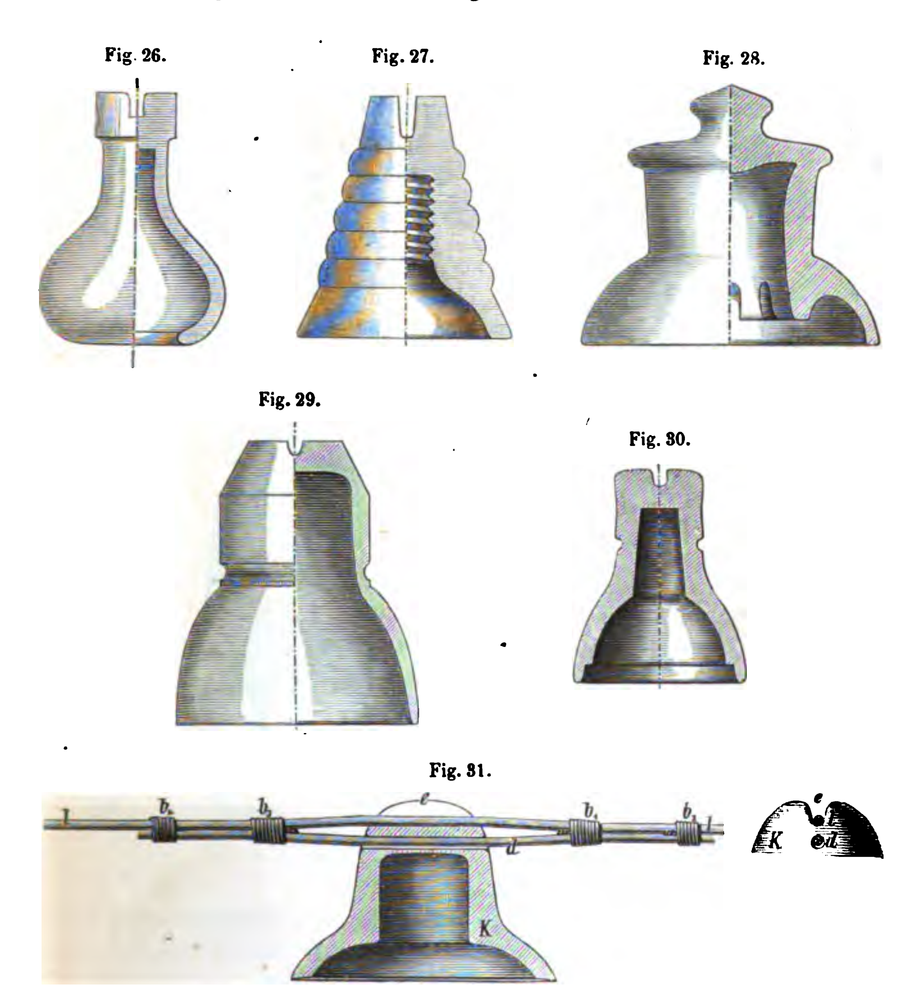


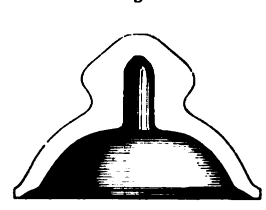
Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29. Fig. 30. Fig. 31.

bergischen, Fig. 27 eine der früheren **hamburgischen** Telegraphenverwaltung. Fig. 28 führt eine früher in **Hannover** zur Anwendung gekommene Thonglocke vor, Fig. 29 und 30 sind ältere Isolatoren der **Berlin - Anhaltischen Eisenbahn** aus demselben Materiale. Fig. 31

[8]) Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, 1, 76 u. 77.

stellt den zuerst auf der Dresden-Bodenbacher Strecke der **sächsisch-böhmischen Staatseisenbahn** angewandten, aus braun glasirtem Thon zu Pulsnitz hergestellten Isolator dar, der Anfangs der 50er Jahre benutzt worden ist. Die Befestigung des Leitungsdrahtes *l* wurde durch Unterbinden eines kürzeren Stückes Drahtes *d* bewirkt, welches, durch eine in dem Kopfe des Isolators vorhandene Oeffnung geführt, mittelst der Bindungen b_1, b_2, b_3, b_4 gehalten wurde. Der Kopf des früher in **Bayern** üblichen Porcellan-Isolators von eigenthümlicher flacher Form ist in Fig. 32 abgebildet.

Fig. 32.



XIV. Nach dem Abschweife auf das Gebiet dieser mehr historisches Interesse gewährenden Formen bleiben noch die weiteren Vervollkommnungen, welche die Construction der **Isolatoren mit Eisenschutzglocke** erfuhren, zu erwähnen. Fig. 33, 34 und 35 zeigen den Strecken-

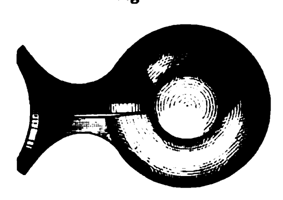
Fig. 33.



Fig. 34.



Fig. 35.



isolator, Fig. 36, 37 und 38 den Spannisolator **Siemens'scher Construction** Anfangs der 60er Jahre. Figur 37 zeigt die Befestigung des Leitungsdrahtes an den Spannisolatoren durch Keile, mittelst welcher die im Leitungsdrahte gebildete Schleife festgelegt und eine für Reparaturen und Leitungsveränderungen nöthige Reservelänge des Drahtes

gewonnen wird, so dass bei vorkommenden Regulirungsarbeiten ohne Herstellung von neuen Verbindungsstellen der Durchhang der Leitung ausgeglichen werden kann. Die Isolation der kräftig gebauten Köpfe ist durch eine lange und starke Porcellanglocke bewirkt. Diese Isola-

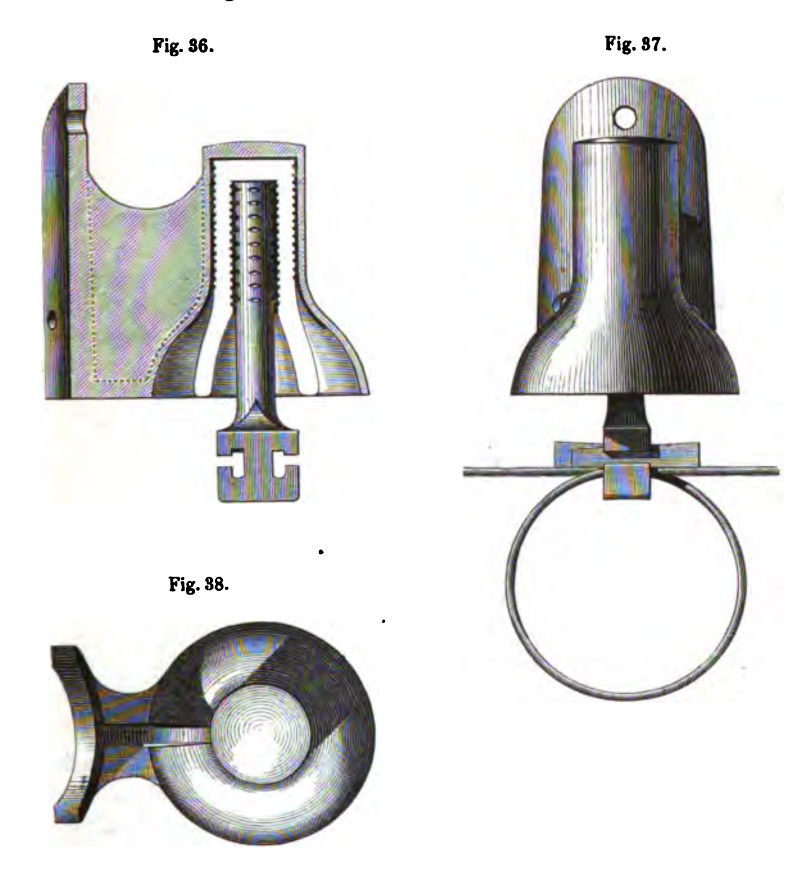


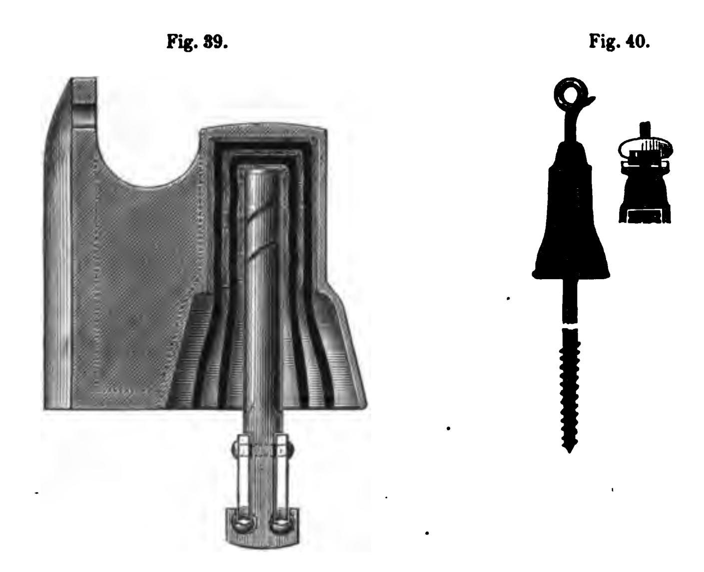
Fig. 36. Fig. 37. Fig. 38.

toren sind namentlich in uncultivirten Ländern in grosser Anzahl und mit bestem Erfolge verwendet worden. Wird eine bessere Isolation verlangt, als die einfache Glocke bieten kann, so werden zwei in einander gekittete Porcellanhülsen, welche eine Doppelglocke bilden, in die gusseiserne Glocke eingesetzt, welche den hierzu erforderlichen Raum bietet.

XV. Vielfach werden diese **Isolatoren** auch **mit Hartgummihülsen** an Stelle der Porcellanglocken ausgeführt; es sind beispielsweise sämmtliche hannover'schen Leitungen s. Z. mit solchen ausgerüstet

worden. Fig. 39 zeigt den hannover'schen Spannisolator mit eingekitteten doppelten Hartgummihülsen. Zur Befestigung des Leitungsdrahtes an dem Isolator (Fig. 36, 37 und 38) sind besondere, von Eisen gefertigte kleine Keile erforderlich, während hier das Ende des Drahtträgers, in dessen Doppelhaken die Leitungsschlinge ruht, mit Excentern — ähnlich den in Fig. 54 abgebildeten — ausgerüstet ist, durch welche der Leitungsdraht festgelegt wird.

Fig. 39. Fig. 40.



XVI. Hier sei noch der von **Siemens & Halske für militärische Zwecke** construirte Isolator (Fig. 40) vorgeführt, bei welchem die Isolation gleichfalls mittels Hartgummi bewirkt ist. Der Isolator ist dazu bestimmt, auf Stangen angebracht, die schnelle Errichtung von Leitungen aus schwachem Drahte durch fliegende Colonnen ausführen zu lassen. Die Zeichnung giebt denselben mit daneben dargestellter Spannkopfklemme.

XVII. Endlich möge noch eine Form eines Isolators mit gusseiserner Glocke, der **v. Chauvin'sche Baumisolator** (Fig. 41, auf S. 37), Erwähnung finden, welcher zur Befestigung der Leitung an lebenden Bäumen mittels der eisernen Träger t_1, t_2 dient und eine freie Bewegung der in dem Haken *h* ruhenden Leitung gestattet. Die Isolation wird durch die Porcellanhülse *p*, der Schutz gegen Beschädigung durch die gusseiserne Glocke *g* erreicht.

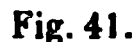
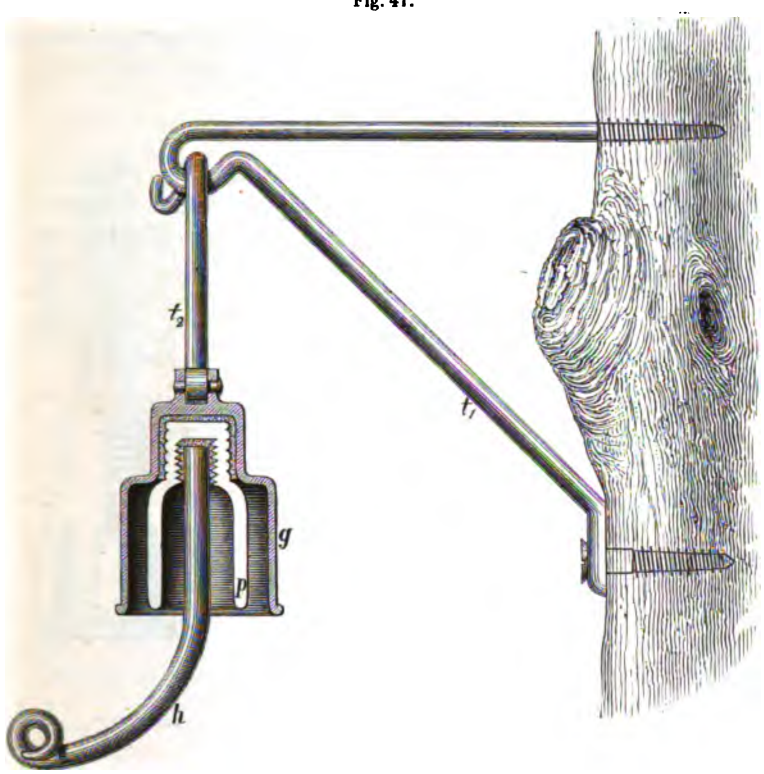


Fig. 41.



2. *Oesterreichische Isolatoren.*

XVIII. Von den in **Oesterreich** im Gebrauche befindlichen Isolatoren sei hier nur der in Fig. 42 und 43 abgebildeten gedacht, (auch kommt noch ein grösseres ähnliches Muster daselbst zur Benutzung),

Fig. 42.



Fig. 43.



welche sich dadurch auszeichnen, dass die Eisenstütze in das Gewinde des Porcellankopfes direct eingeschraubt wird.

Dieselbe Art der Befestigung zwischen Stütze und Isolator findet sich am **Cordeaux**'schen Isolator, bei welchem aber noch ein Gummiring als Unterlage zwischen beide gelegt wird, der ein Sprengen des Isolationsmaterials verhindern und die Isolationsfähigkeit erhöhen soll.

3. *Die Isolatoren Russlands.*

XIX. Beim Bau der **Kronlinien in Russland** kam (1865) der in Fig. 44 dargestellte Isolator zur Verwendung. Später bediente man sich der **Doppelglockenisolatoren** und zwar zuerst der in Fig. 45 und

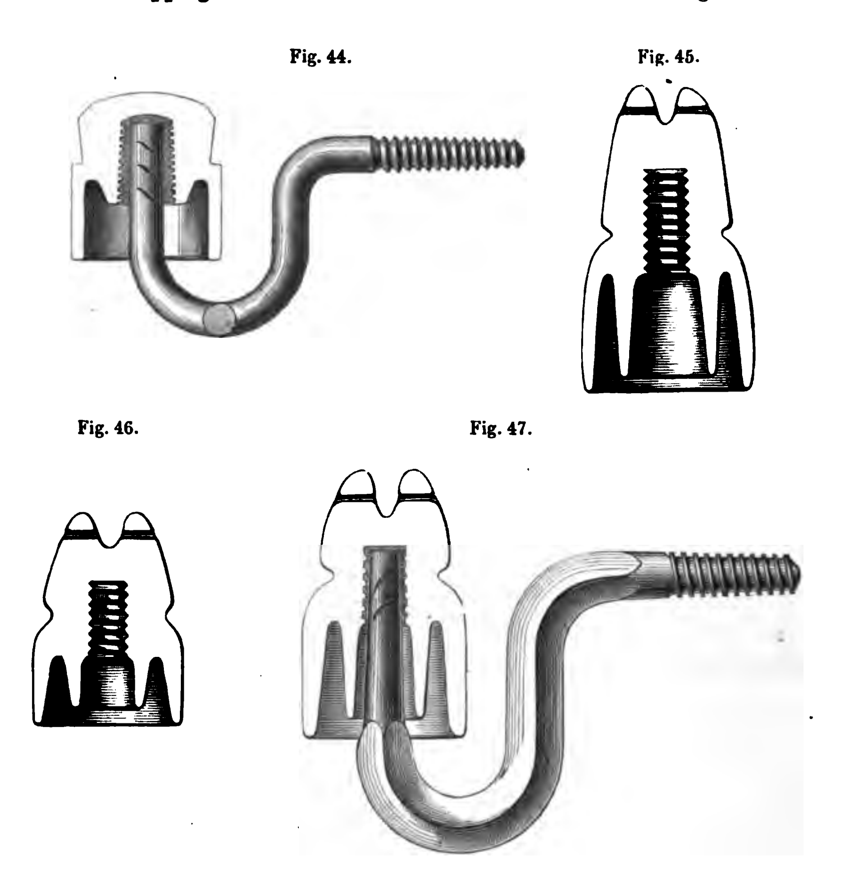
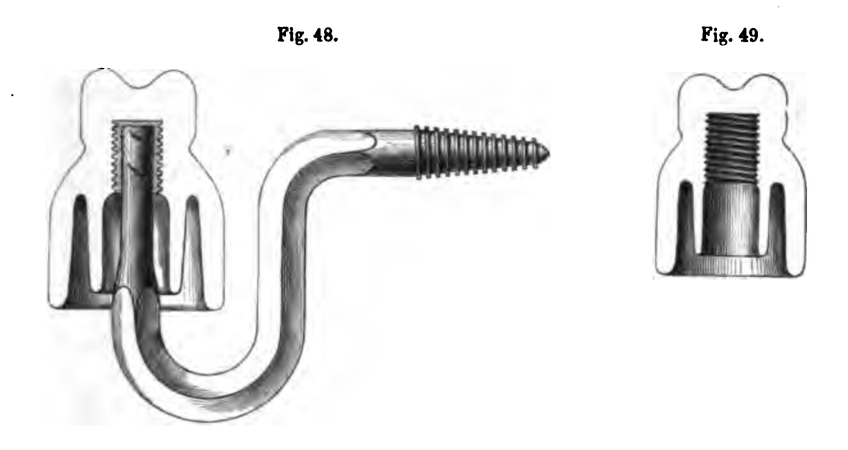


Fig. 46, dann der in Fig. 47 abgebildeten Form. Der Leitungsdraht ruhte in einen tiefen Einschnitt des Kopfes, welcher durchbohrt war, diese Bohrung nahm den, das Herabfallen des Leitungsdrahtes verhindernden Vorstecker auf. Man verliess aber diese Form und baut

jetzt die Leitungen ausschliesslich mit den Isolatoren Fig. 48 und 49, deren ersterer für Haupt-, letzterer für Nebenlinien bestimmt ist.

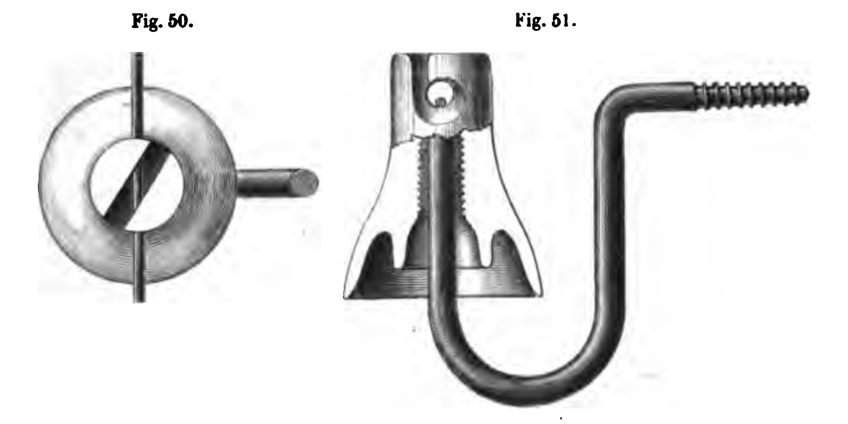
Fig. 48. Fig. 49.



4. *Isolatoren Schwedens und Dänemarks.*

XX. Von den in **Schweden** und **Dänemark** üblichen Isolatoren mögen die folgenden hervorgehoben werden. Der schwedische Isolator (Fig. 50 und 51) ist dadurch bemerkenswerth, dass der Leitungsdraht in einem Einschnitte des Porcellankopfes ruht, welcher in

Fig. 50. Fig. 51.



einem Winkel zur Richtung des Leitungsdrahtes angebracht ist, so dass bei angespannter Leitung ein Herausfallen des Drahtes aus dem Einschnitte verhindert wird, eine Anordnung, welche im Wesentlichen der von Clark Ende der 50er Jahre in England angegebenen (vgl. XXIV.) ähnelt.

Die **dänischen** Isolatoren (Fig. 52, 53 und 54) zeichnen sich durch ihre Befestigungsweise aus. Ein an der Telegraphenstange angeschraubtes gusseisernes Consol *C* trägt eine **Schelle**, in welcher der Porcellankopf *k* mit seinem oberen cylindrischen Theile eingelegt und durch eine oberhalb angebrachte Wulst festgehalten wird. Zwischen Schelle und Kopf ist ein Streifen getheerten Filzes gelegt, um das Sprengen des

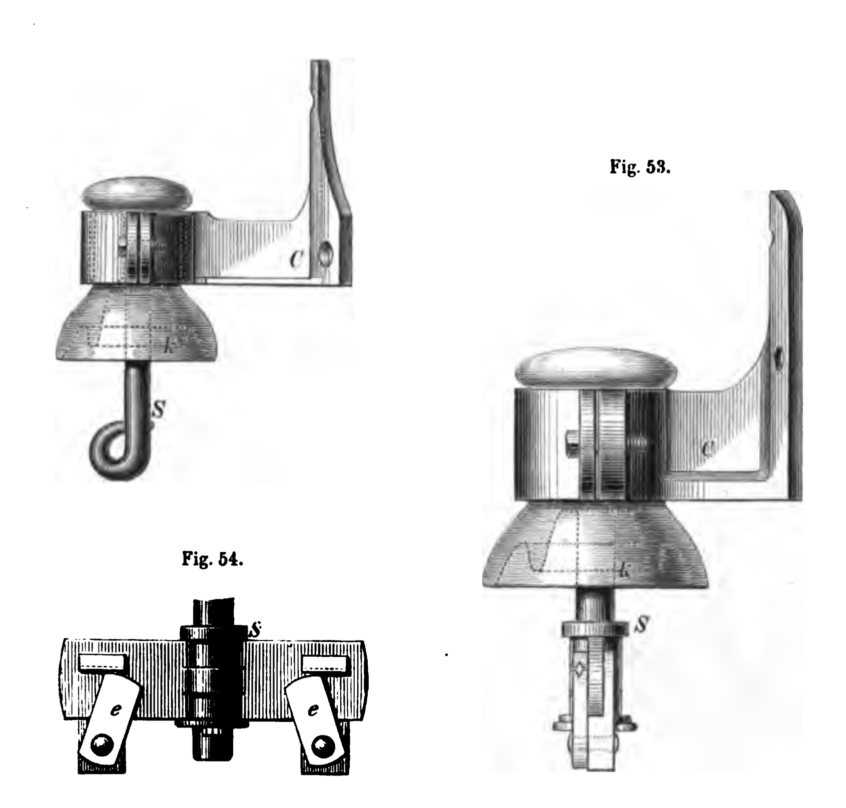


Fig. 52. Fig. 53. Fig. 54.

Porcellans beim Anziehen der Befestigungsschrauben zu verhüten. Der Leitungsdraht wird von der Hakenstütze *S* getragen, beziehungsweise an der Abspannvorrichtung des Isolators (Fig. 53 und 54) durch Einklemmen mittelst der Excenter *e e* befestigt. Diese Vorrichtung gestattet gleichzeitig durch ein um die Stütze *S* drehbares Gelenk die Festlegung und Führung des Drahtes in Winkelpunkten.

5. *Die Isolatoren Englands.*

XXI. Während im Vorhergehenden nur einige Formen von Isolationseinrichtungen herausgegriffen wurden, welche Interesse boten, konnten die im Uebrigen in jenen Ländern im Gebrauche befindlichen oder befindlich gewesenen übergangen werden. Bei Besprechung der englischen Isolatoren verlohnt es sich wiederum, auf einige früher häufig in den Linien benutzten Formen zurückzugreifen, da ihre Bedeutung für die Entwicklung der Construction der Isolatoren im Allgemeinen wichtig erscheint.

Die hauptsächlichsten, auf den englischen Linien zuerst zur Anwendung gekommenen Isolatoren sind die Cooke's und die Walker's. Letztere sind heute noch in England hie und da im Gebrauche. **Cooke's** in England 1845 patentirter Isolator (Fig. 55) bestand aus einem abge-

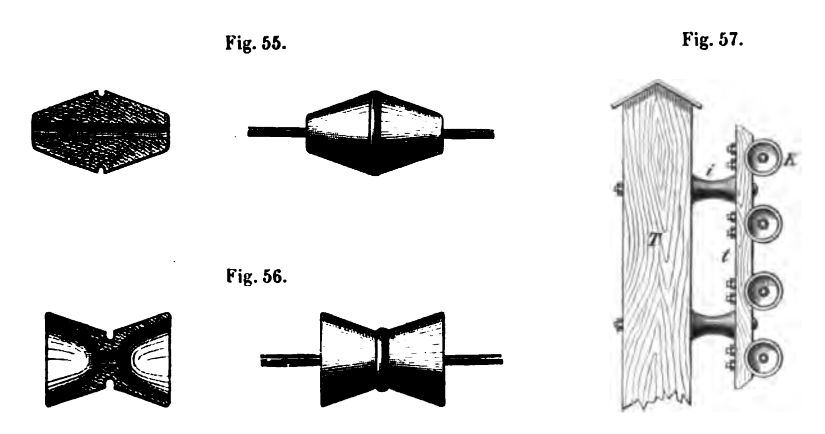


Fig. 55. Fig. 56. Fig. 57.

stumpften Doppelkegel aus glasirtem Thon mit geraden oder gekrümmten Mantelflächen, von zuweilen beinahe fassförmiger Gestalt, welcher mit einer cylindrischen Bohrung versehen war, durch welche der Leitungsdraht geführt wurde. Während der Leitungsdraht diesen Isolator auf der ganzen Länge der Bohrung berührte, liess der **Walker**'sche Doppeltrichter*) aus Thon oder Porcellan (1850) (Fig. 56) denselben nur an einem Punkte mit der Isolationsoberfläche in Berührung kommen, wodurch eine schon wesentlich bessere Isolation der Leitung erzielt wurde. Die Befestigungsart beider Isolatoren ist aus Fig. 57 ersichtlich, in welcher dieselbe für die Doppeltrichter-Isolatoren dargestellt ist. An der Telegraphenstange T wurde, durch isolirende Thon- oder Holzrohre i

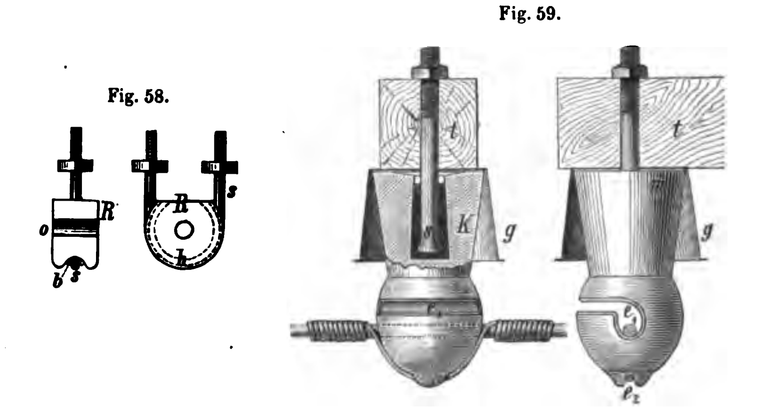
*) Journal of the Society of Telegraph Engineers, Bd. 7, (London, 1878) S. 175.

getrennt, ein Holzträger *t* angeschraubt, welcher die an demselben durch Rohrhaken oder *u* förmige Schraubenbolzen befestigten Isolirköpfe *K* trug.

Es würde zu weit führen, Varianten solcher Constructionen, deren eine grosse Anzahl vorhanden ist, aufführen zu wollen, denn es kann nicht in der Absicht liegen, alle abweichenden Formen von Isolatoren vor Augen zu bringen, vielmehr sollen nur solche betrachtet werden, deren besonderer Bau Interesse gewährt, namentlich aber sollen nur diejenigen näher beschrieben werden, welche im grösseren Maassstabe zur Isolation von Leitungen thatsächlich Verwendung fanden. Dagegen können diejenigen übergangen werden, welche nur in vereinzelten Fällen benutzt oder gar nicht zur praktischen Ausführung kamen[10]).

XXII. Nachdem man sich überzeugt hatte, dass mittelst der Oesen und Rollen eine genügende Isolalion der Leitungen nicht erlangt werden konnte, selbst wenn man sehr lange Thonrohre anwendete, bildete man Isolatoren, welchen der Gedanke zu Grunde lag, den Leitungsdraht in

Fig. 58. Fig. 59.



einem Haken, welcher aus dem Isolationsmateriale gebildet wurde, ruhen zu lassen und diesen Haken durch ein Blechdach gegen Regen zu schützen. Fig. 59 stellt den Isolator **Edwin Clark's**[11]) dar, welcher

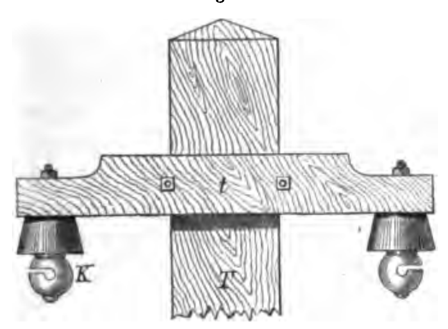
[10]) Eine der Cooke'schen Rolle (Fig. 55) im Princip ähnliche Isolationseinrichtung ist beispielsweise der in der alten Bremer Stadtleitung zur Anwendung gekommene Ringisolator (Fig. 58). Der den Isolator bildende Porcellanring *R* war mit einem den Leitungsdraht aufnehmenden Loche *o* versehen und diente zur Befestigung desselben ein *u* förmig gebogener Schraubenbolzen *s*, unter welchen, um das Sprengen des Porcellans beim Anziehen der Schraubenmuttern zu verhüten, ein Bleistreifen *b* gelegt wurde.

[11]) Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, 1, 106 aus: „Der Civilingenieur", Zeitschrift für das Ingenieurwesen, neue Folge, Bd. 1, S. 162.



Anfangs der 50 er Jahre vielfach in England gebräuchlich war. Der aus Steingut geformte, mit dem zur Aufnahme des Leitungsdrahtes bestimmten Einschnitt *e* versehene Isolationskopf *K* wurde vermittelst der mit Blei in demselben festgegossenen Stütze *s* an dem Querträger *t* der Telegraphenstange *T* (s. Fig. 60) festgeschraubt. Derselbe wurde durch

Fig. 60.



eine bei *m* mit Mennige aufgekittete Blechglocke *g* gegen Nässe geschützt. Der untere Theil des Kopfes *K* war mit einem Einschnitte e_1 zur Aufnahme des Bindedrahtes versehen, mit welchem der Leitungsdraht in der in der Figur angedeuteten Weise am Isolator befestigt wurde[12]).

Fig. 61.

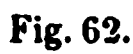


Fig. 62.



XXIII. **Bright's** Isolator (Fig. 62), der in England bei der Magnetic Telegraph Company zur Verwendung kam, bestand aus einem flach

[12]) Eine ähnliche Construction zeigt das in Fig. 61 dargestellte holländische Muster. Der Isolirkopf *K* bestand hier aus grünem Bouteillenglase und wurde derselbe von einer gusseisernen emaillirten Glocke *g* überdacht.

glockenförmigen Kopf K aus blauem Glase mit durch Schwefel in denselben eingekitteter Stütze s. Ein Einschnitt e trug den Leitungsdraht, der entweder mit um den Kopf gewundenen Bindedraht festgebunden

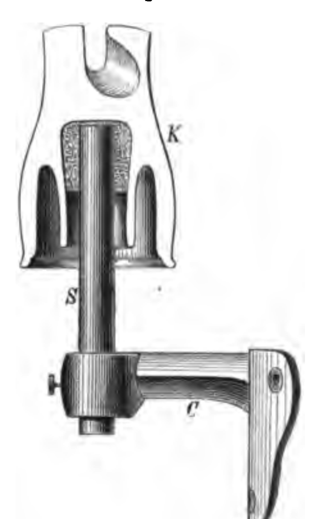
Fig. 63.



wurde, oder durch Ueberbinden eines durch den oberen Theil des Kopfes gesteckten Stiftes n (Fig. 63) mittelst des Bindedrahtes b befestigt war.

XXIV. Der **Clark'sche** Isolator, der erste Doppelglocken-Isolator, welcher 1856 patentirt wurde und Ende der 50er Jahre bei der Electric Telegraph Company zur Benutzung kam[13]), ist in Fig. 64 dargestellt. Der aus Porcellan gebildete Doppelglockenkopf K wurde von einer geraden in einem gusseisernen Consol C ruhenden Stütze S getragen,

Fig. 64.



welche mit Schwefel in dem zuvor angewärmten Kopfe festgegossen wurde. Der Leitungsdraht ruhte in dem ausgerundeten Einschnitt e des Kopfes ohne Bindung. Diese Construction des Isolators behielt man, anscheinend der Schwierigkeit wegen, welche die Herstellung guter Porcellanglocken bot, nicht bei, sondern kehrte zu den aus Thon gebildeten Isolatoren zurück. Clark selbst erzählt, welche Mühe es ihm gemacht habe, die Porcellanglocken hergestellt zu erhalten.

[13]) Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, 6, 206.

XXV. Das Material des Thones liess aber nur die Verfertigung einer sehr unvollkommenen Doppelglocke aus einem Stücke zu, und **Varley** fand den Weg, um einen brauchbaren Isolator herzustellen, in der in Fig. 65 dargestellten Construction zweier in einander gekitteter Thonglocken K_1, K_2 mit darin befestigter Eisenstütze S. Die Abbildung zeigt den Isolator, wie derselbe heute in England in den meisten Linien zur Isolation der Leitungen verwendet wird[14]). Die Gloken sind aus einem vorzüglichen braunen Thon, von grosser Härte und in ausgezeichneter mit dem Thone verschmolzener Glasur, die eine verhältnissmässig immer noch hohe Isolation erzielen lässt, hergestellt. Das Bindemittel zwischen beiden Glocken bildet eine Mischung von gleichen

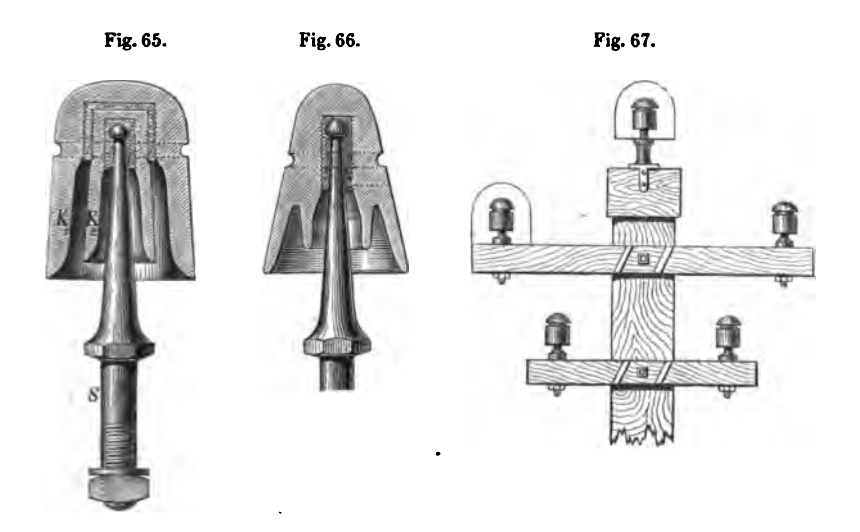


Fig. 65. Fig. 66. Fig. 67.

Gewichtstheilen Cement, Sand und Gyps, das zur Befestigung der Stütze dienende eine solche aus 5 Theilen Sand, 3 Theilen Steinkohlenasche und 2 Theilen Harz. Der gleichzeitig in den englischen Leitungen für untergeordnetere Verbindungen benutzte Thonisolator aus einem Stücke ist in Fig. 66 abgebildet. Die Anbringung dieser Isolatoren, an welchen der Leitungsdraht in einer den deutschen Bindungen, welche weiter unten betrachtet werden, gleichen Weise befestigt wird, an den Telegraphengestängen zeigt Fig. 67. Um das Herabfallen der Leitungsdrähte zu verhindern, bringt man die an den Isolatoren der linken Seite angedeuteten Drahtbügel an.

[14]) Preece and Sivewright, Telegraphy, S. 186. — Telegraphen - Vereins - Zeitschrift, 9, 139.

XXVI. Fig. 68 zeigt eine von dem Varley'schen Isolator abweichende Construction der Doppelglocke, den **Andrews**'schen Isolator, welcher aus Porzellan gefertigt wird, Fig. 69 eine ebensolche, den **Fuller**'schen Isolator, bei welchem dadurch, dass die beiden Theile des Kopfes k_1 und k_2 nicht durch Kitten vereinigt sind, sondern mittels eines zwischen dieselben gebrachten Gummiringes g an einander festgehalten werden, ein Auseinandernehmen des Isolators behufs Untersuchung und Reinigung ermöglicht werden soll. Die Form des letzteren Isolators zeichnet sich noch durch treppenartige Absätze am äusseren Umfange aus, welche die Bildung zusammenhängender feuchter Leitungsschichten verhindern sollen. Hierbei möge bemerkt werden, dass letztere Absicht bei verschiedenen Constructionen, welche ange-

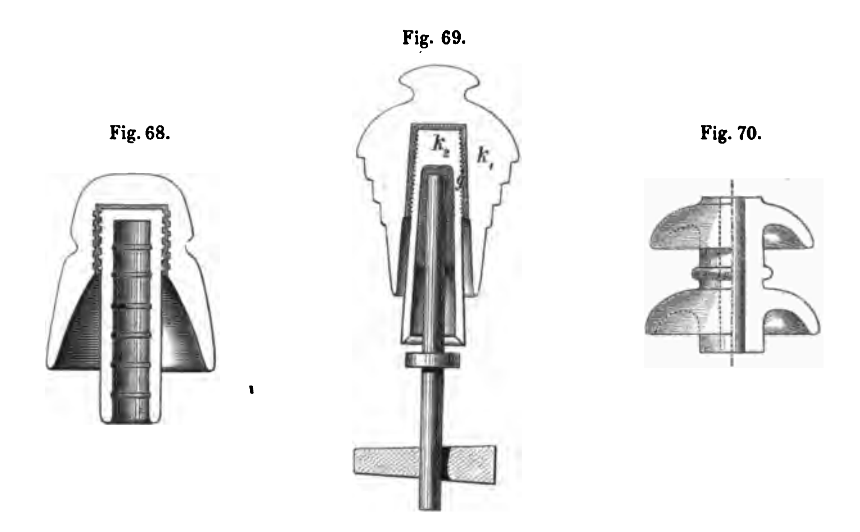


Fig. 68. Fig. 69. Fig. 70.

geben worden, vorgelegen hat, keine der vorgeschlagenen Oberflächen zeigte aber einen Vorzug vor der glatten, möglichst senkrecht abfallenden cylindrischen Wandung der gewöhnlichen Form. Jede irgendwie geneigte oder gewölbte Fläche bietet Staub- und Russablagerungen einen besseren Anhalt, und es geht bei allen den genannten Zweck verfolgenden Formen der ausserordentliche Vortheil verloren, dass durch den vom Isolator ungehindert abströmenden Regen ein vollständiges Reinwaschen desselben erfolgen kann.

XXVII. Die in England häufig zur Führung der Leitungen in Winkeln und zum Abspannen, bezw. Festlegen derselben an den End-

punkten benutzten **shackles** sind in Fig. 70, 71 und 72 abgebildet und bilden unvollkommene Glockenisolatoren. Diese höchst mangelhaft isolirenden Porcellan- oder Thonrollen bieten im Leitungsbau allerdings manche Erleichterung, schädigen aber die Isolation der Leitungen ganz

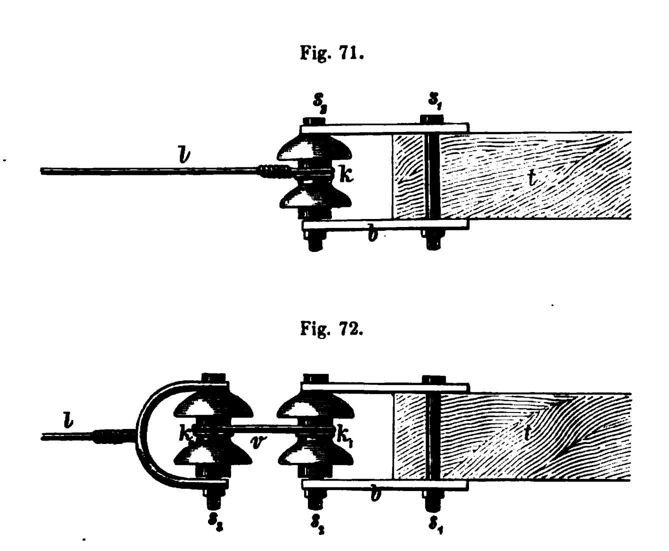


Fig. 71.

Fig. 72.

erheblich. Um die Isolation einer Abspannstelle zu erhöhen, verwendet man sie häufig in der in Fig. 72 dargestellter Weise doppelt.

XXVIII. Hier möge noch eine besondere Art der Befestigung des Leitungsdrahtes am Isolator Erwähnung finden, welche neuerer Zeit von **Crighton** angegeben und patentirt worden ist. Der Leitungsdraht wird in einem Einschnitt des Isolatorkopfes durch Ueberschrauben einer mit Schraubengewinde versehenen Kappe festgehalten. Der Boden des Einschnittes im Isolatorkopf fällt dachförmig nach beiden Seiten hin ab. Nachdem der Leitungsdraht in denselben hineingelegt ist, wird ein am unteren Theile concav ausgehöhltes Zwischenstück über den Draht gebracht und mittelst der Ueberwurfmutter auf denselben gepresst, wodurch der Leitungsdraht festgelegt wird.

XXIX. Obwohl die mit Hülfe der aus geeignetem Porcellan hergestellten Doppelglocken erreichte Isolation der oberirdischen Leitungen als im Allgemeinen vollkommen genügend bezeichnet werden muss, kommen doch Fälle vor, in welchen sich dieselbe als schlechterdings unzureichend erweist. In der Nähe der Seeküsten namentlich südlicher Länderstriche kommt es unter Umständen vor, dass die ganze Ober-

fläche des Isolationsmaterials sich in kurzer Zeit mit einer leitenden Kruste von Salz bedeckt und bei eintretendem Nebel und bei feuchten Niederschlägen der Stromverlust der Leitung so bedeutend wird, dass die telegraphische Verbindung zeitweilig vollkommen aufhört. An gewissen Stellen der englischen Küste ereignet sich dies häufig, namentlich aber sind bestimmte Küstenstrecken Ostindiens diesen Einwirkungen dermassen unterworfen, dass der telegraphische Verkehr dadurch regelmässig wiederkehrende dauernde Unterbrechungen erfährt und man bereits mit dem Gedanken umging, die Leitungen durch die gefährlichen Strecken unterirdisch in Kabeln zu führen. Neuerer Zeit haben nun **Johnson und Phillipps** einen Isolator (Fig. 73) construirt, welcher

Fig. 73.

Fig. 74.

den beregten Mängeln dadurch abhelfen soll, dass der untere Rand eines einfachen Porcellanglockenisolators *k* nach innen in der Weise aufgebogen ist, dass er einen ringförmigen Hohlraum *h* bildet. Durch Ausfüllen dieses Hohlraumes mit Oel wird ein Theil der isolirenden Oberfläche des Isolators durch diejenige des Oeles gebildet, auf welcher sich kein Niederschlag bilden kann, und welche bei feuchtem Wetter die Isolation bewirkt. Fig. 74 zeigt diejenige Form des Johnson und Phillipps'schen Isolators, bei welcher das die Flüssigkeit *f* aufnehmende Gefäss *g* einen besonderen, mittelst der Mutter *m* an der Isolatorstütze befestigten Theil bildet. Zur Beseitigung sich um den Isolator bildender Spinnengewebe, brachten Johnson und Philipps einen durch den Wind drehbaren Flügel über dem Isolator an.

Häufig ist es nicht der absolute Werth des Isolationszustandes einer Leitung, von welchem die Sicherheit des telegraphischen Verkehrs abhängt, sondern die Veränderungen, welche in der Isolation durch die Witterungseinflüsse hervorgerufen werden, sind es, welche Störungen bewirken. Es wäre daher für die verwickelteren telegraphischen Zeichengebungen wie Doppel- und Gegensprechen ein Isolator,

der diese Schwankungen wesentlich einzuschränken im Stande wäre, von hohem Werthe. Die Versuche mit dem Johnson und Philipps'-schen Isolator fielen nun zwar in dieser Richtung günstig aus, und man ist auch bereits damit beschäftigt, an den erwähnten Küstenstrecken Indiens eine praktische Anwendung desselben im grösseren Maassstabe zu machen. Abgesehen davon aber, ob sich die Unzuträglichkeiten, welche in der Verwendung der Flüssigkeit naturgemäss liegen, nicht als solche erweisen werden, welche die Benutzung dieser Isolationsvorrichtung in weiterem Umfange unthunlich erscheinen lassen, muss sich ergeben, ob nicht die Verunreinigung der inneren Glocke durch Staub zu bedeutend werden wird, und ob nicht ferner das durch feuchte Niederschläge sich im Innern des Isolators ansammelnde Wasser nach und nach das Oel verdrängen wird, um alsbald die Isolation vollkommen in Frage zu stellen. Zur Erzielung einer wirklich sicheren telegraphischen Verbindung wird man in jenen Gegenden schliesslich doch genöthigt sein, wie anderwärts, die Leitungen unterirdisch in Kabeln geschützt zu führen.

6. *Die Isolatoren Frankreichs.*

XXX. Der früher in **Frankreich** im Gebrauche befindliche, in Fig. 75 dargestellte Isolator, bestand aus einem Porcellankopfe *K*, welcher mittelst zweier Holzschrauben direct an die Telegraphenstange

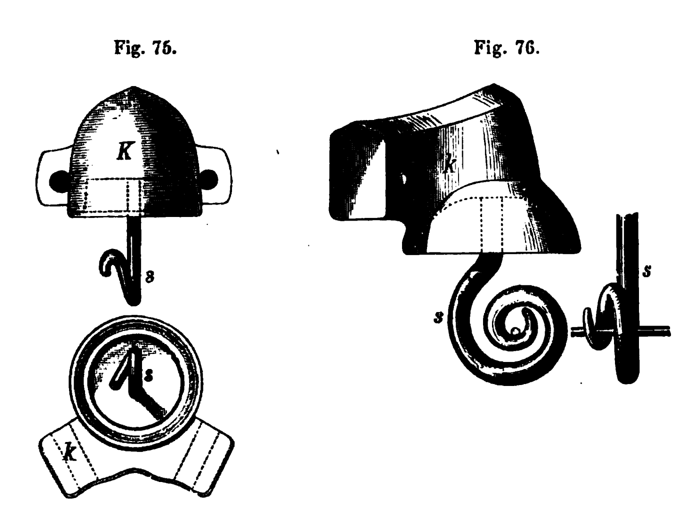


Fig. 75. Fig. 76.

angeschraubt wurde. Im Innern des glockenartig gebildeten Porcellans war ein den Leitungsdraht tragender eiserner Haken *s* mit Schwefel eingekittet. Letzteres Material füllte einen grossen Theil der Glocken-

höhlung aus, wodurch eine im Bezug auf Isolation nur unvollkommene Vorrichtung entstand. Das Ende des Drahtträgers *s* war derart zu einem Haken gebogen, dass es einen Schraubengang bildete, um nach dem Einlegen des Leitungsdrahtes zu verhindern, dass derselbe aus dem Haken herausgeworfen werden könne. Ein Hauptnachtheil dieses Isolators blieb die grosse Berührungsfläche, welche derselbe mit der Stange hatte, und die bei feuchtem Wetter eine starke Stromableitung verursachen musste. Der ungenügenden Isolation dieser Construction suchte man dadurch abzuhelfen, dass man den Hakenträger *s* (Fig. 76) verlängerte und denselben mit einem isolirenden Emailleüberzug überkleidete. Der Leitungsdraht lag auf dem inneren Theile einer aus dem zusammengewundenen Träger gebildeten Spirale auf, wie dies die Figur veranschaulicht. Diese namentlich auch in Sardinien früher zur Anwendung gekommene Einrichtung konnte auf die Dauer aus dem Grunde keine genügende Isolation bieten, weil das Abspringen der Emaille nicht vermieden werden konnte.

Fig. 77.

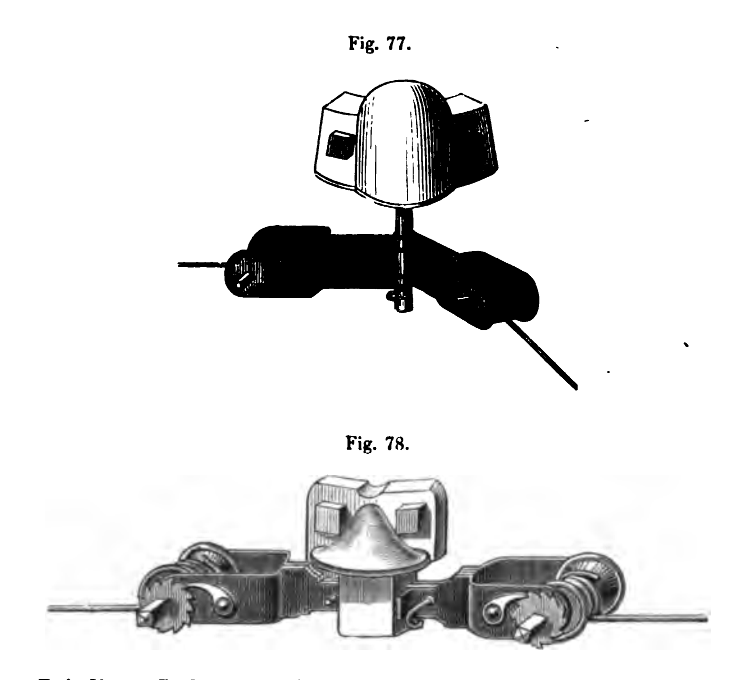


Fig. 78.

Bei diesen Isolatoren ruht der Leitungsdraht ohne feste Verbindung lose in den Hakenstützen, derselbe muss daher in gewissen Abständen festgelegt werden. Die Einrichtungen, welche hierzu dienen, sind in Fig. 77 und 78 abgebildet; solche Abspannvorrichtungen — Tendeurs

genannt —, werden von Kilometer zu Kilometer angebracht. Fig. 77 zeigt die Befestigung der Spann- und Festlegungsvorrichtung an einer in die Porcellanglocke eingekitteten geraden Stütze; sie bildet um die letztere ein Gelenk, und es kann in Folge dessen der Leitungsdraht mittels derselben nicht nur in gerader Strecke, sondern auch in Winkelpunkten festgelegt werden. Die Spännvorrichtung selbst wird im Nachfolgenden (S. 53) bei Besprechung der neueren Belgischen Isolatoren eingehender beschrieben.

Fig. 79. Fig. 80.

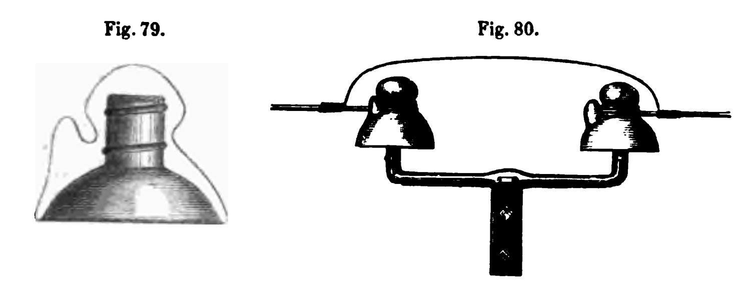
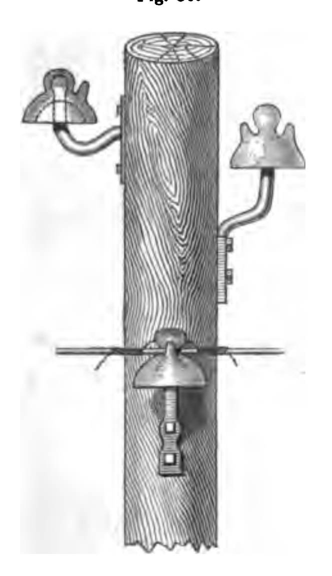


Fig. 81.



XXXI. Der später in Frankreich eingeführte, noch jetzt vielfach zur Isolation der Leitungen benutzte Isolator, — man hat im Uebrigen seit 1868 die Doppelglocken aus Porcellan angenommen, — ist in Fig. 79 im Schnitt dargestellt, während Fig. 80 und 81 die Befestigungs-

weise an der Telegraphenstange ersichtlich machen. Die seitlich an den Isolatoren angebrachten Knöpfe dienen dazu, ein Herabfallen des Leitungsdrahtes zu verhindern, der wiederum nicht an allen Isolatoren festgemacht, sondern nur da durch eine Bindung gesichert wird, wo ein Herunterfallen des Drahtes zu befürchten ist. Die Isolation der festgelegten und der Winkelpunkte wird noch vielfach mit den oben erwähnten Tendeurs bewirkt, wo man nicht zu den in Fig. 80 dargestellten Abspannconsolen greift.

7. *Belgische Isolatoren.*

XXXII. Fig. 82 zeigt einen früher in **Belgien** sowie in **Holland** und auch in **Frankreich** häufig angewandten Isolator, bei welchem der mittelst zweier Holzschrauben an der Telegraphenstange befestigte massive Porcellankopf *k* in einem Einschnitte *e* des nach unten verlängerten Isolationsmateriales die Leitung trug. Es bildete somit das Porcellan lediglich einen überdachten Haken, in welchen der Draht gelegt wurde. Zur Festlegung der Leitungen dienten neben den Tendeurs (Fig. 78) die

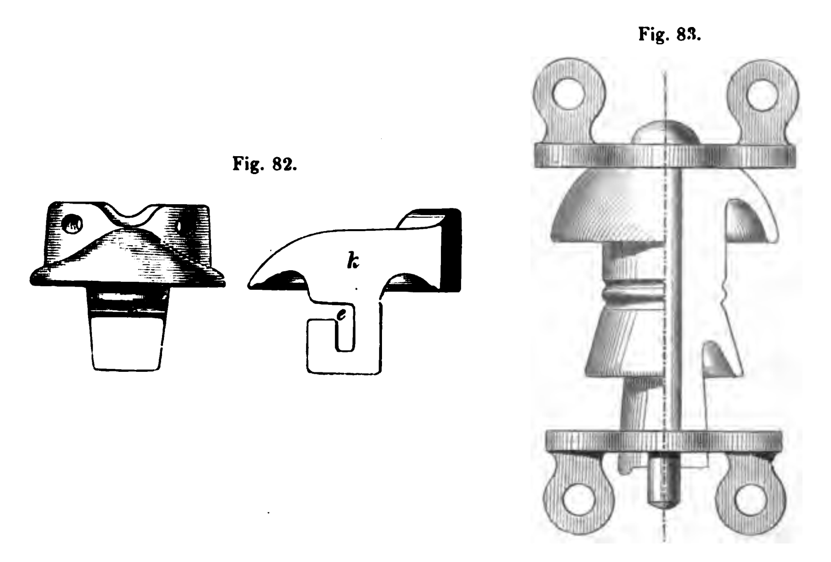


Fig. 82.
Fig. 83.

sogenannten doppelten Champignons (Fig. 83), welche gleichfalls aus Porcellan gebildet waren. Den Bau derselben macht die Figur ersichtlich; der Leitungsdraht wurde am mittleren, zwischen beiden Glocken liegenden Theile dadurch befestigt, dass man ihn um denselben herumwand und festband.

XXXIII. Eine sowohl im Bezug auf Bildung der Doppelglocke als auch in Hinsicht auf die Befestigungsweise eigenthümliche Isolatoren-

construction ist die in **Belgien** jetzt übliche. Fig. 84 und 85 stellen den Streckenisolator dar. Der Kopf K wird aus Porcellan gebildet und trägt in seinem Innern die mit dem Hakenträger h festverbundene Hartgummihülse H. Mittelst zweier Schrauben s und des galvanisirten Eisenbandes b wird der Isolator, welcher durch das Holzstück B von der Stange getrennt gehalten wird, an letzterer befestigt. Der Leitungsdraht ruht lose in dem Haken h. Um die Leitung gespannt zu halten, werden

Fig. 84.

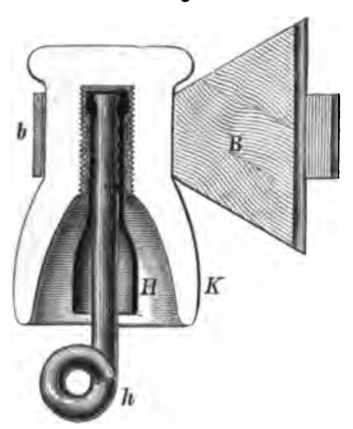
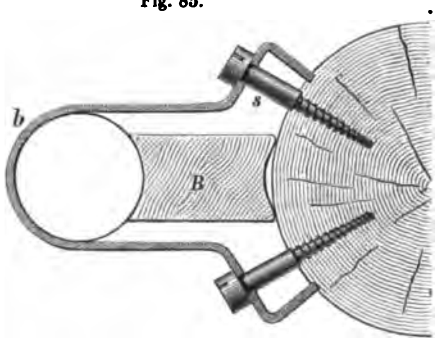


Fig. 85.



von Kilometer zu Kilometer die in Fig. 86 und 87 abgebildeten Abspannisolatoren, Tendeurs, angebracht. Der Porcellankopf K derselben bildet eine Doppelglocke, welche von einer Stütze S getragen wird, die in einer aus den Bügeln b_1, b_2, durch Vernieten bei a hergestellten Console ruht und mit einem Keile befestigt wird. Die Spannvorrichtung besteht aus der mit dem Sperrade r_2 auf einer und derselben Axe festen Rolle r_1, auf welche der Leitungsdraht D dadurch aufgewunden wird, dass man dieselbe mittelst eines Schlüssels dreht. Diese Rolle ruht in

einem Bügel *n*, welcher den den Rückgang der Rolle r_1 verhindernden Sperrkegel *s* trägt, und mit dem um den Kopf des Isolators greifenden Bügel *m* durch den Splint *p* verbunden ist.

Fig. 86.

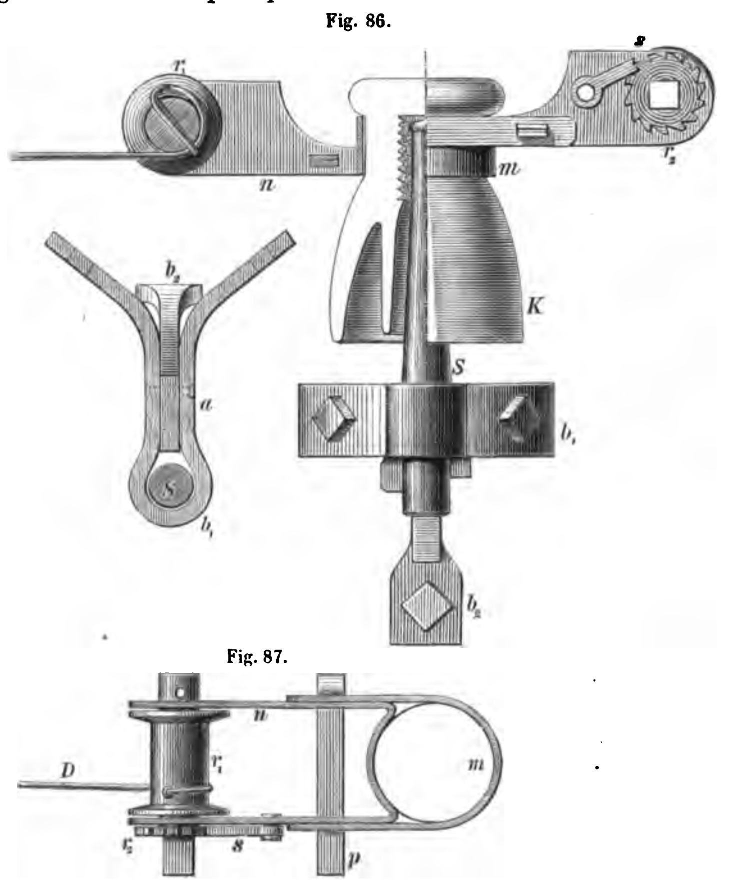


Fig. 87.

8. *Schweizerische Isolatoren.*

XXXIV. Die in der **Schweiz** Mitte der 50er Jahre vielfach zur Anwendung gekommenen, noch jetzt zum Theil in den Leitungen befindlichen einfachen Glockenisolatoren[15]) bestehen aus Glas und sind in der in Fig. 88 dargestellten Weise gebildet. Die Figur zeigt die Befestigung der Isolatoren an Gestängen aus Winkeleisen, welche dort zur selben Zeit üblich waren. Die jetzt in der Schweiz gebräuchlichen Isolatoren sind in Fig. 89 und 90 abgebildet, deren erstere den mit einfacher, deren letztere den mit doppelter Glocke versehenen Porcellan-

[15]) Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, 4, 175.

kopf darstellt, welche in der gewöhnlichen anderwärts üblichen Befestigung auf Winkelstützen zur Benutzung kommen.

Fig. 88.

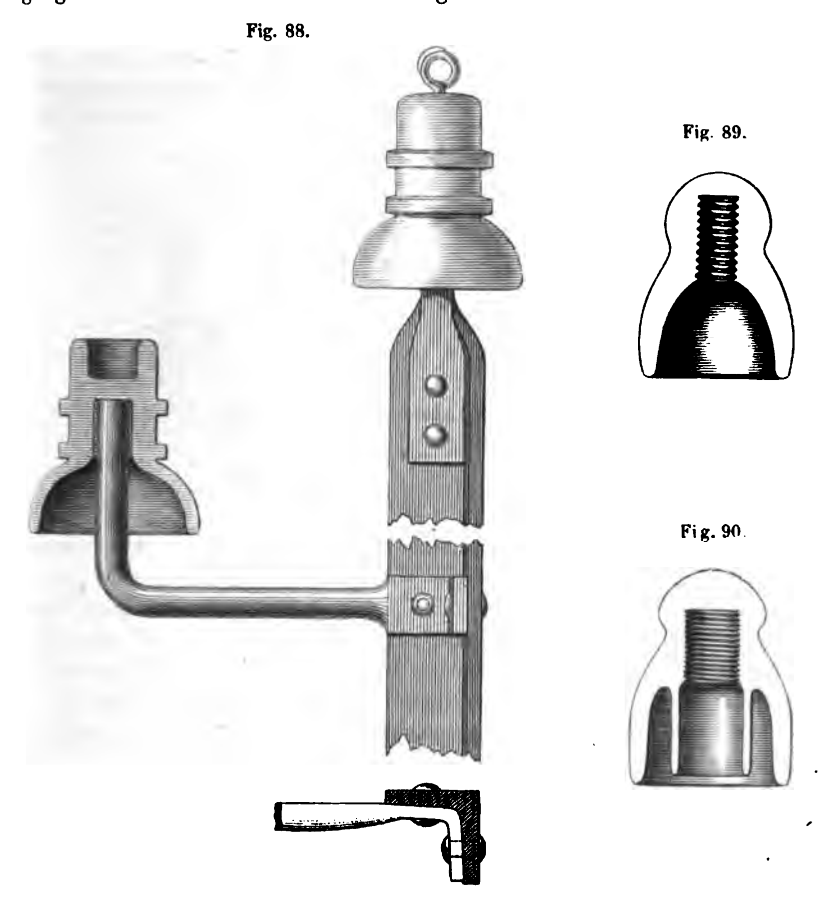


Fig. 89.

Fig. 90.

9. *Die Isolatoren der Vereinigten Staaten* [16]).

XXXV. Die in Amerika zuerst angewendeten Isolatoren bestanden aus Glasknöpfen, welche den an Thürgriffen gebräuchlichen ähnlich waren. Der in Fig. 91 abgebildete **Swain**'sche Isolator ist ein solcher. Derselbe besteht aus einem von einer Winkelstütze *S* getragenen Glasknopfe *K*, dessen unterer Theil sich bereits in einer der Glockenform sich nähernden Weise gebildet findet. Der ringförmige Hohlraum bot beim Regen eine trockene isolirende Fläche zwischen Leitungsdraht und Stütze, und der Leitungsdraht wurde in die zwischen

[16]) Shaffner, The Telegraph Manual; New-York, 1859; S. 536 bis 549.

zwei am Umfange des Glasknopfes angebrachten Wulsten gebildete Nute *n* hineingelegt und mit Bindedraht festgebunden.

Eine weitere Anfangs mit Erfolg angewandte amerikanische Isolationsvorrichtung ist diejenige **Goodyear's** (1851), welche in Fig. 92 dargestellt ist. Der Drahthalter *h* bestand aus einem Doppelhaken, welcher

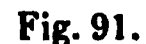


Fig. 91.

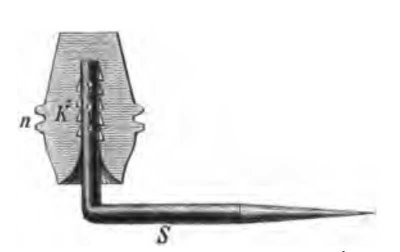


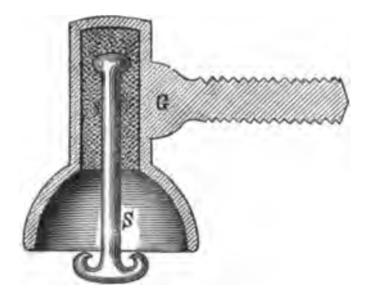
Fig. 92.



in einer aus Hartgummi gefertigten Hülse *S* befestigt war. Letztere war mit einem Schraubengewinde versehen und wurde in den an der Telegraphenstange, ähnlich wie in Fig. 60, angebrachten hölzernen Querträger *t* von unten eingeschraubt. Das den Drahthalter *h*, bezw. die Hartgummischraube *S* aufnehmende Loch wurde zu einer Vertiefung *V* ausgesenkt, welche eine gegen Nässe schützende Glocke bildete.

XXXVI. Eine sehr mangelhafte Form von Isolatoren wurde in Amerika durch in den Telegraphenpfosten eingeschlagene eiserne Haken hergestellt, welche an dem aus der Stange herausragenden Theile mit ring- oder u-förmigen Glasstücken ausgekleidet waren, in denen der Leitungsdraht ruhte. Durch ein an der Stange befestigtes Blechdach wurde die Vorrichtung gegen Regen geschützt.

Fig. 93.



XXXVII. Von den mit eisernen Schutzglocken construirten Isolatoren bietet der im grossen Maassstabe zur Verwendung gekommene, in Fig. 93 gezeichnete Isolator die anfänglichste Form. Der den Leitungsdraht tragende Eisenhaken *S* war in einer gusseisernen Glocke *G* mit Schwefel *s* eingegossen und lediglich durch diesen isolirt. Dieser „brimstone" Isolator zeigte sich aber als vollkommen un-

brauchbar, und die in Eile errichteten langen Linien, auf welchen derselbe zur Verwendung gekommen war, mussten unter grossem Verluste an Kosten und Zeit, mit durchgehends neuen Isolatoren versehen werden. Der Schwefel wurde brüchig, und ohne dass ein dem Auge sichtbarer Fehler des Isolators vorhanden war, konnte der Strom durch Vermittelung eindringender Feuchtigkeit zwischen Leitung und Träger übergehen.

XXXVIII. Einen brauchbareren Isolator versuchte man dadurch herzustellen, dass man die innere Wandung der Eisenschutzglocke mit einem festen isolirenden Emailleüberzuge bekleidete. Fig. 94 stellt



Fig. 95.

Fig. 94.





ein derartiges beim Bau der Bostoner Feuertelegraphen - Linien angewandtes Muster dar. Indessen auch der Emailleüberzug bot keine genügende und namentlich nicht dauernd gesicherte Isolation, und man war genöthigt, zu andern Mitteln zu greifen.

XXXIX. Der Isolator (Fig. 95) wurde aus einer von weichem, mit isolirendem Stoffe imprägnirten Holze hergestellten Glocke K gebildet, die von einer aus hartem Holze gefertigten, in den Querträger der Telegraphenstange eingelassenen Stütze S getragen wurde. Der Kopf dieses Isolators war mit einer eisernen Kappe k bedeckt, welche vorspringende, zur Befestigung des Leitungsdrahtes dienende Stifte hatte. Dieser Isolator war früher auf den der **North Western Telegraph Company** gehörigen Linien allgemein im Gebrauche. Zahlreiche ähnliche Holzisolatoren-Constructionen können hier übergangen werden; sie wurden

sämmtlich mehr oder weniger verdrängt, namentlich durch den in den Vereinigten Staaten und auch anderwärts in Amerika gegenwärtig am häufigsten in Benutzung befindlichen, in Fig. 96 abgebildeten **Glasisolator.** Der Kopf *K* desselben, in der Regel aus hellgrünem gewöhnlichen Glase geformt, ist im Innern mit einem Schraubengewinde *s* versehen, in welches eine aus hartem Holze, zumeist Eichenholz, gefertigte Stütze *S* eingeschraubt wird. Die Holzstützen der Isolatoren werden in den hölzernen Querträger befestigt, welche am Telegraphenmaste in ähnlicher Weise wie die auf den englischen Linien gebräuchlichen, in Fig. 67 abgebildeten, angebracht sind.

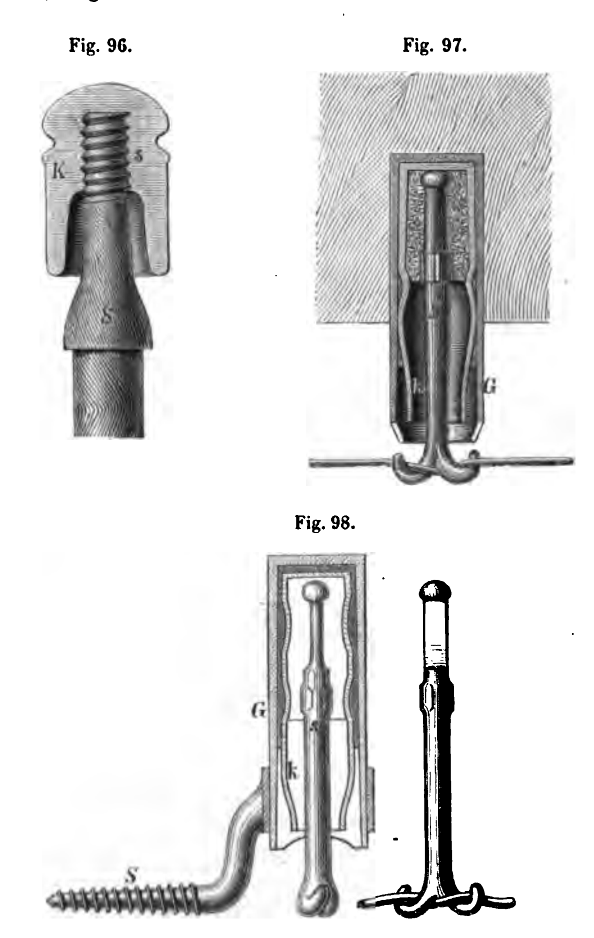


Fig. 96. Fig. 97.

Fig. 98.

XXXX. Die neuerer Zeit in Amerika vielfach eingeführten **Brooks**'schen Isolatoren stellen Fig. 97 und 98 dar. Die gusseiserne

Glocke G derselben wird entweder mittels Stützenschraube am Telegraphenpfosten angebracht, oder in ein, im Querträger der Stange von unten eingebohrtes Loch eingesetzt und durch Vorschlagen eines Stiftes am Herausfallen gehindert. Die Art und Weise letzterer Befestigung ist aus keiner der zur Verfügung stehenden Abbildungen näher ersichtlich. Den Isolator selbst bildet ein flaschenförmiger Glaskörper k, welcher in dem gusseisernen Cylinder eingekittet ist, und in welchem in gleicher Weise der Hakenträger S befestigt ist, dessen Construction, wie Fig. 97 und 98 ersichtlich machen, eine derartige ist, dass der Leitungsdraht beim einfachen Einlegen in den am unteren Ende gebildeten Doppelhaken beim Anspannen der Leitung durch Klemmung vollständig festgehalten wird. Ueber den Kitt, welcher Eisenglocke, Glasflasche und Stütze verbindet, ist zur Erreichnng einer möglichst gut isolirenden Oberfläche Paraffin gegossen; man nennt den Isolator daher auch häufig den Paraffin-Isolator. Die Oberflächenisolirung durch Paraffin kommt bei diesem Isolator aus dem Grunde besonders in Betracht, weil der eng abgeschlossene Hohlraum den Niederschlag, der beim Bethauen desselben eintritt, besonders lange festhält; würde die ölige Oberfläche des Paraffins die Bildung einer zusammenhängenden Feuchtigkeitsschicht nicht wesentlich erschweren, so würde der Isolator überhaupt nicht brauchbar sein.

10. *Die Isolatoren der indo-europäischen Telegraphenlinie*[17].

XXXXI. Die folgenden Figuren zeigen die Isolatoren der indo-europäischen Telegraphenlinie mit der ihnen eigenthümlichen Befestigungsweise an den eisernen Telegraphenstangen. Auf den Bau letzterer wird weiter unten zurückgekommen werden. An Stellen, wo die Linie uncultivirte Strecken durchläuft und ein besonders haltbarer Schutz der Isolationsvorrichtungen geboten schien, kamen die in Fig. 99 und 100 abgebildeten Isolatoren zur Verwendung, welche sich als ausserordentlich widerstandsfähig gegen willkürliche Beschädigungen erwiesen. Wo angängig, wurden die Leitungen auf Doppelglockenisolatoren (Fig. 101, 102 und 103) angebracht. Die Befestigung dieser Isolatoren an den eisernen Pfosten stellt Fig. 103 dar; da, wo hölzerne Pfosten zur Anwendung kamen, wurden entsprechende Consolen, welche mit Holzschrauben befestigt werden konnten, benutzt, oder die Isolatoren auf Winkelstützen, welche den bei der deutschen Reichstelegraphen-Verwaltung üblichen (Fig. 20) ähnlich waren, angebracht. Die Stützen sind im Innern der Isolatoren eingekittet, eine Verbindungsweise,

---

[17]) Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, 15, 207.

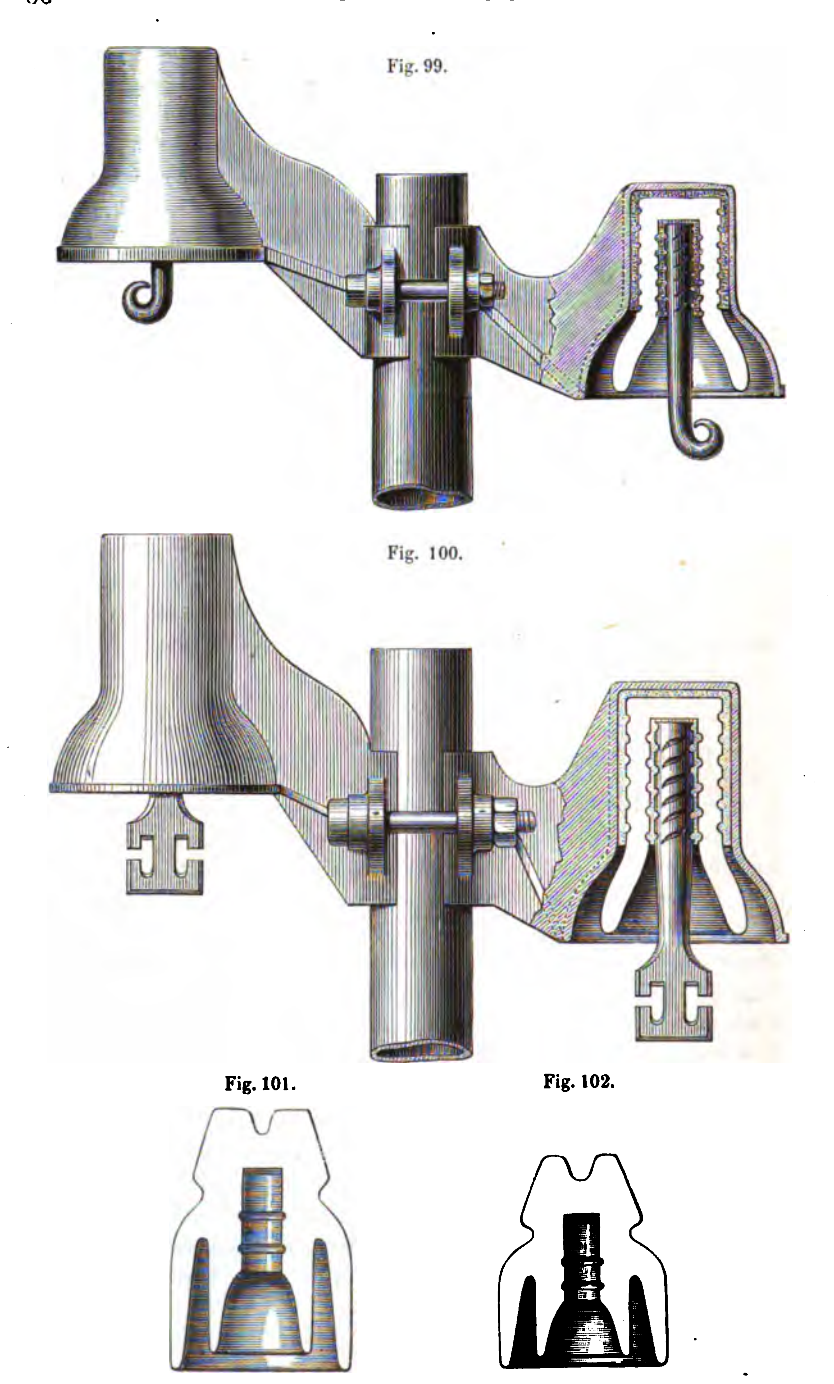


Fig. 99.

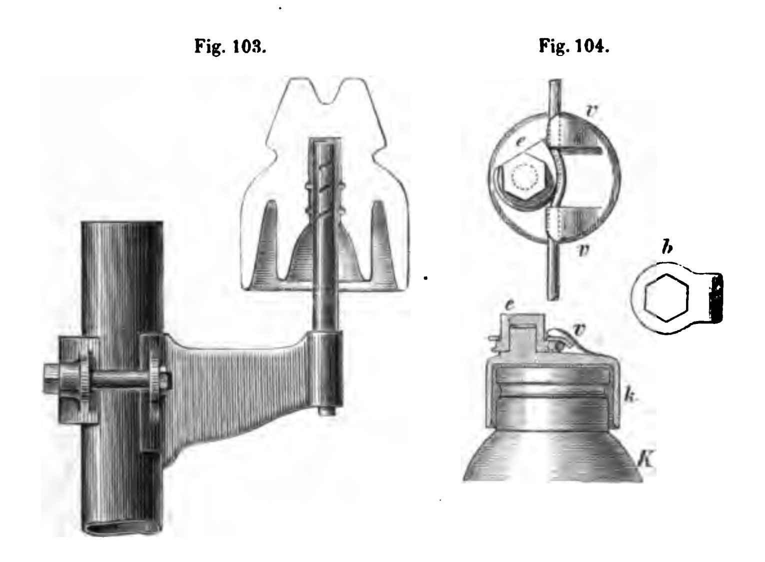
Fig. 100.

Fig. 101.

Fig. 102.

welche überall da vorgezogen werden muss, wo nicht geübte Arbeiter zur Verfügung stehen, welche dieselben mittels Hanf aufschrauben können. Als Bindemittel diente eine Schwefel- und Caput-mortuum-Mischung. Die Betrachtung der Querschnitte der Isolatoren zeigt, wie die Abmessungen zur Erzielung eines möglichst gut isolirenden und zugleich haltbaren Porcellankopfes sorgfältig erwogen wurden. Der Leitungsdraht, der bei den obigen mit gusseisernen Schutzglocken versehenen Streckenisolatoren auf den Hakenstützen in der früher beschriebenen Weise gelagert und an den Spannisolatoren mit Keilen, wie in Fig. 37, befestigt war, konnte an den nackten Porcellanköpfen mit Bindedraht in der gewöhnlichen Weise nur hie und da befestigt werden. Die Gewinnung von Arbeitern,

Fig. 103. Fig. 104.



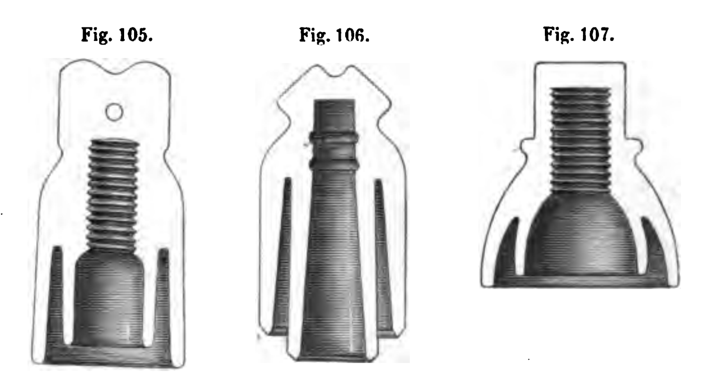
welche diese Bindungen sorgfältig genug ausführen konnten, musste fraglich erscheinen; daher war von Hause aus darauf Rücksicht genommen worden, eine Einrichtung zu treffen, um die sichere Befestigung der Leitung am Isolator auch ohne geübte Kräfte zu ermöglichen. Die hierzu wesentlich dienende Vorrichtung stellt Fig. 104 dar. Auf dem oben cylindrisch gestalteten Kopfe *K* des Isolators, welcher im Uebrigen genau die in Fig. 101 abgebildete Form hatte, ist die gusseiserne Kappe *k* aufgekittet, welche zwei hakenförmige Vorsprünge *v*, *v* und ein mittels Sechskantes und Schraubenschlüssel drehbares Excenter *e* trägt. Der Leitungsdraht wird zwischen die Haken *vv* und das Excenter *e* eingelegt und letzteres mit dem Schraubenschlüssel festgeklemmt. Schon

die Reibung hält das Excenter in seiner Lage fest, der Sicherheit halber ist aber noch ein Ueberlagblech *b* vorhanden, welches aufgelegt ein Rückwärtsbewegen des Excenters unmöglich macht. Derartige Befestigungen sind in verschiedenen Arten ausgeführt worden, von welchen die beschriebene diejenige ist, die sich am besten bewährt hat.

11. *Türkische, britisch-indische und australische Isolatoren.*

XXXXII. Zum Schluss werden noch einige Formen von Doppelglockenisolatoren, welche im Auslande gebräuchlich sind, der Vollständigkeit halber vorgeführt, da ihre Bauart wesentlich von den bereits beschriebenen abweicht. Sowohl bei dem zum Bau der Linien der Türkei verwendeten Isolator (Fig. 105), als auch bei dem in britisch Indien (Fig. 106) eingeführten ist das Bestreben ersichtlich, die Länge der isolirenden Oberfläche und die Höhe der stehenden Luftschicht im Isolator so gross wie irgend möglich zu machen.

Fig. 105. Fig. 106. Fig. 107.



Der in Fig. 107 abgebildete Isolator endlich ist der beim Bau der australischen Linien fast ausschliesslich zur Verwendung gekommene Doppelglockenisolator. Alle vorgenannten Isolatoren sind aus Porcellan hergestellt und auf den üblichen Winkelstützen befestigt an den Telegraphenpfosten angebracht.

b. Herstellung der Porcellanköpfe der Isolatoren.

XXXXIII. Die **Wahl des geeigneten Materials** und dessen sorgfältige Behandlung während der Fabrikation ist für die Herstellung guter Porcellanköpfe von besonderer Wichtigkeit[18]). Nicht aus jeder Porcellan-

[18]) Die Herstellung der Isolatoren bildet einen Zweig der Porcellanfabrikation, welcher in sich eine eigene Specialität darstellt. Hier möge die Fabrik von H. Schomburg und Söhne in Berlin genannt werden, welche sich um die Vervollkommnung der Herstellung der

masse und mit jeder Brennweise lassen sich Isolationsvorrichtungen erzielen, welche dauernd die erforderlichen Bürgschaften bieten, und welche in der Gleichmässigkeit der erzeugten Stücke eine Sicherheit dafür zu gewähren im Stande sind, dass nach Errichtung von Linien Fehler, welche in den Isolatoren selbst auftreten könnten, ausgeschlossen bleiben. Nicht das Aeussere, die Weisse der Oberfläche oder deren Glätte kommen in Betracht, vielmehr muss die Masse des Isolators vollkommen den zu stellenden Anforderungen entsprechen, d. h. der Isolator muss auf der keine Risse und Sprünge zeigenden muscheligen Bruchfläche ein glänzendes zusammenhängendes, weder grob- noch feinkörnig-sandig aussehendes Gefüge aufweisen. Nur das diese Eigenschaften habende härteste Feldspathporcellan bietet die nöthige Bürgschaft dafür, dass bei Verwendung der daraus gefertigten Isolatoren von dem Stromverluste, welcher durch die Masse des Porcellans hindurch stattfindet, abgesehen werden kann, während Quarz- und Silicat-reiche Massen ein unzuverlässiges Isolationsmaterial ergeben und die daraus gebildeten Porcellanköpfe sich oft als mehr oder weniger leitend erweisen. Erst durch langjährige Proben hat man diejenige Masse gefunden, welche allen Ansprüchen, die man stellen kann, genügt. Es ist dies ein ungemein hartes, schwer schmelzbares Porcellan, das auf der Bruchfläche keine merkbare Scheidung zwischen der Glasur und der Masse sichtbar werden lässt und durch ein eigenartiges speckiges Aussehen auf dem Bruche den Kenner leicht den Unterschied mit dem daneben gehaltenen gewöhnlichen Steingut- oder Porcellanscherben finden lässt. Dies Porcellan kann schroffen Temperaturwechsel ohne den geringsten Schaden bestehen, besitzt eine ausserordentliche Festigkeit und isolirt tadellos. Unter den in der besonderen Specialfabrikation gewonnenen Isolatoren findet sich in Tausenden gelieferter Stücke selten ein fehlerhaft isolirender Kopf vor, während man häufig genöthigt war, von Lieferungen, welche aus anderem silicatreicheren Materiale hergestellt waren, starke Procentsätze bei der elektrischen Prüfung als untauglich zu verwerfen.

XXXXIV. Im Betreff der **Herstellungsweise des Porcellanisolatorkopfes** ist der Umstand zu erwähnen, dass zunächst die ungleichen Wandstärken der tadellosen Ausführung nicht unerhebliche Schwierigkeiten bieten, weil beim Trocknen des Porcellanthons ein so

---

Isolatoren wesentliche Verdienste erworben hat. Dieselbe fertigte nicht nur den grössten Theil des Bedarfes der deutschen Reichs-Telegraphen-Verwaltung und der Bahnverwaltungen Deutschlands an, sondern auch bedeutende Mengen für das Ausland, namentlich Holland, Russland, Indien und andere Länder mit einer jährlichen Production von etwa 300 000 Stück. Die Fabrik beschäftigt etwa 100 Arbeiter und werden die in derselben erzeugten Isolatoren durchgehends aus dem dazu besonders geeigneten Hart-Porcellan, welches die oben hervorgehobenen vorzüglichen Eigenschaften besitzt, hergestellt.

bedeutendes Schwinden eintritt. Diesem Uebelstande wird dadurch abgeholfen, dass die Porcellanmasse nicht in der üblichen einfachen Weise nass auf der Töpferscheibe geformt wird, sondern dass man den Isolator aus einem Stück gepresster Masse arbeitet. Der weiche Porcellanthon wird unter bedeutendem Drucke in Formen gepresst und hierauf aus dem gepressten Materiale, welchem der grösste Theil der Feuchtigkeit somit schon entzogen ist, der Kopf gebildet. Durch dieses Verfahren werden Isolatoren von vorzüglicher Güte erzeugt, die im Innern eben jenes vollkommen gleichmässige Gefüge aufweisen und beim Brennen weder reissen noch springen.

Der sorgfältigen Herstellung des Gewindes muss besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, da Fehler in demselben die Befestigung der Doppelglocke auf der Stütze erschweren, wo nicht überhaupt in Frage stellen. Nächst dem Einhalten der wichtigsten Abmessungen, namentlich des Durchmessers der inneren Glocke, der Wandstärken etc., kommt die Oberfläche des Isolators besonders in Betracht. Die Glasur muss mit der Masse des Kopfes vollkommen verschmolzen sein und denselben mit Ausnahme des unteren Randes der äusseren Glocke, auf welchem dieselben während des Brennens ruht, durchaus gleichmässig bedecken, dieselbe muss von vorzüglicher Härte sein und mit grösster Sorgfalt geprüft werden. Kleine, oft dem blossen Auge nicht erkennbare Sprünge und Risse in derselben können die Isolation ausserordentlich schädigen. Dieselben verbreitern sich beim Frieren und Thauen über die ganze Oberfläche, um den Isolator alsdann vollkommen untauglich zu machen. Noch weniger darf die Glasur in der Porcellanmasse vorhandene Sprünge verdecken.

Die Verbindung des Kopfes mit der Stütze muss so fest sein, dass der Kopf mit der Hand nicht losgeschraubt werden kann, und in der Weise hergestellt werden, dass keine Berührung des Eisens mit dem unteren Rande der inneren Glocke stattfindet, auch darf nicht überflüssiger Hanf das Innere der Glocke ausfüllen.

Für den Leitungsbau werden die Isolatoren zweckmässig in Kisten oder Fässer von je 50 bis 100 Stück verpackt.

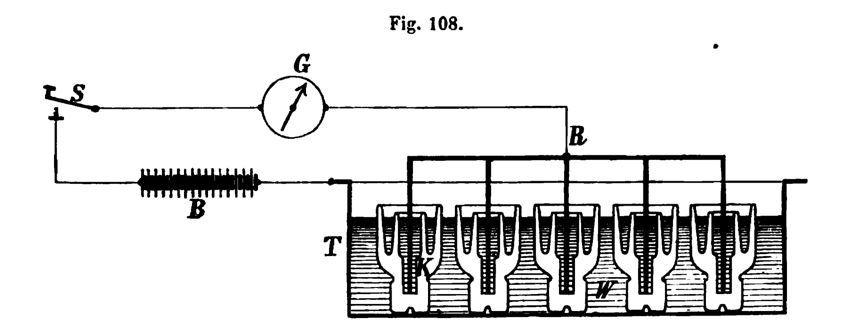
c. Elektrische Prüfung der Isolatoren für oberirdische Telegraphenlinien.

XXXXV. Der Widerstand, welchen die Isolatoren dem elektrischen Strome beim Uebergang vom Leitungsdrahte zur Stütze bieten, kann durch Messung unmittelbar bestimmt werden. Man setzt zu diesem Zwecke eine grössere Anzahl von Porcellanköpfen K (Fig. 108), gewöhnlich 200 derselben, in einen gemeinschaftlichen flachen



Metalltrog T mit der Oeffnung der Glocke nach oben in der Weise ein, dass die äusseren Umfänge derselben sich nicht berühren. Hierauf füllt man den Trog sowohl, wie das Innere der Porcellanglocken so weit mit angesäuertem Wasser W oder schwacher Salzlösung an, bis die Flüssigkeit etwa 15 mm von Rande der Glocken absteht. Nachdem durch vorsichtiges Abtrocknen der Isolatorenränder alle Feuchtigkeit von denselben entfernt worden ist, was am besten durch Ableuchten derselben mit Flammen geschieht, werden untereinander leitend verbundene Metallrechen R in das Innere der Glocken eingesetzt. Verbindet man darauf mit der leitenden Masse des Troges eine sehr kräftige Batterie, von gewöhnlich 200 Daniell'schen Elementen, und schliesst

Fig. 108.



diese unter Zwischenschaltung eines Schlüssels S und eines empfindlichen Galvanometers G an den Metallrechen R an, so wird, wenn das Porcellan der Isolatoren im Geringsten den Strom leitet, eine Ablenkung der Galvanometernadel hervorgebracht werden, sobald der Schlüssel S niedergedrückt wird. Bringt man hierauf an Stelle von R und T einen künstlichen bekannten Widerstand in den Stromkreis und beobachtet die Ablenkung des Galvanometers, so kann der Widerstandswerth der Isolatoren durch Rechnung leicht ermittelt werden. Die Methode der Messung hierbei ist der bei Prüfung der Isolation der Kabel angewandten vollständig gleich.

Für gutes hartflüssiges und silicatarmes Porcellan ist der Widerstand einer Doppelglocke der deutschen Reichsform gleich einer Billion Siemens'scher Einheiten.

XXXXVI. Zuverlässige Angaben über die isolirenden Eigenschaften der verschiedenen Isolatorformen, namentlich mit Rücksicht auf ihr thatsächliches Verhalten in den Linien, lassen sich hauptsächlich aus dem Grunde nicht leicht erlangen, weil die äusseren,

die Beobachtungen beeinflussenden Umstände so verschiedenartiger und wechselnder Art sind, dass die Gewinnung zuverlässiger Ergebnisse ausserordentlich schwierig ist. In England hat man sich in dieser Richtung vielfach bemüht und durch vergleichende Messungen Aufschluss zu erhalten gesucht. Die Ergebnisse können aber, da die Beobachtungen selten auf genügend breiter Grundlage ausgeführt und die Messungen in der Regel nicht streng genug analysirt wurden, nicht als allgemein maassgebend betrachtet werden.

So wurde nach Gavey's Mittheilungen[19]) durch im Jahre 1877 zu Bristol vorgenommene Messungen der durchschnittliche Widerstand verschiedener Isolatoren bestimmt, wobei je 10 Stück der zu untersuchenden Isolatorensorte unter gleichen Verhältnissen an denselben Stangen befestigt wurden. Es ergab der Durchschnitt aus 23 an verschiedenen Tagen des Novembers und Decembers vorgenommenen Messungen für einen Isolator den Isolationswiderstand von:

			Siemens'sche Einheiten.
für den Johnson & Phillipps' Isolator	Fig.	73	57 000 Millionen
- - Andrews' -	Fig.	68	588 -
- - Fuller's -	Fig.	69	477 -
- - deutschen Reichs- -	Fig.	20	438 -
- - Varley's -	Fig.	65	336 -
- - kleinen englischen -	Fig.	66	326 -
- - englisch - indischen -	Fig.	106	267 -

Welche eigenthümliche Ergebnisse derartige im kleineren Maassstabe vorgenommenen Untersuchungen aufweisen, und wie sehr sie die Zweifel an ihrer Zuverlässigkeit rechtfertigen, ergiebt sich z. B. aus dem Vergleich der für den Varley'schen und für den kleinen englischen Isolator gefundenen Werthe, wonach also der Einfluss der Doppelglocke des ersteren seine Isolationsfähigkeit kaum merklich erhöhen würde. Für einen Kilometer Leitung durchschnittlich 10 Stützpunkte gerechnet, würde der Kilometer mit deutschen Reichsisolatoren ausgerüsteter Leitung hiernach rund 44 Millionen Siemens'scher Einheiten Isolations-Widerstand bieten, was allerdings mit den an längeren Leitungen, welche mit diesen Isolatoren ausgerüstet waren, vorgenommenen Messungen übereinstimmt.

Schwendler[20]) giebt als Beispiel einer weniger gut isolirten Leitung die Isolation der 499 Kilometer langen, 5 mm starken Leitung Madras-Bellary, welche auf gemischten Porcellandoppelglocken, zum Theil von der in Fig. 20 abgebildeten Form angebracht war, Durchschnittswerthe von in vier Monaten des Jahres 1875 gemachten Beobachtungen und zwar:

[19]) Society of Telegraph Engineers, 7, 161.

[20]) Schwendler, Testing Instructions; London, 1878; S. 126.

		S. E. f. d. Kilom.
September bei einer durchschnittl. Temperatur von	+ 27° C.	4,4 Mill.
October - - - - -	+ 26° C.	2,5 -
November - - - - -	+ 26° C.	4,1 -
December - - - - -	+ 24° C.	3,4 -

Im Minimum betrug der Isolationswiderstand dieser Leitung nach Regen bei bedecktem Himmel und 26° C. Beobachtungstemperatur 1,8, im Maximum bei schönem Wetter und 28° C. dagegen 6,3 Millionen S. E. für den Kilometer.

Eine Strecke der indo-europäischen Telegraphenlinie von 542 Kilometer Länge, aus 6 mm starkem Drahte hergestellter Leitung, Tiflis-Tauris, welche mit grossen Porcellan-Doppelglocken-Isolatoren von der (Fig. 101, bezw. 104) gegebenen Form ausgerüstet war, ergab einschliesslich der ungünstigen Witterungsperioden des Frühjahres, nach im Jahre 1876 genommenen Messungen, im

		S. E. f. d. Kilom.
Januar bei einer durchschnittl. Temperatur von	— 7° C.	31,8 Mill.
Februar - - - - -	— 1° C.	8,4 -
März - - - - -	+ 6° C.	11,3 -
April - - - - -	+ 8° C.	8,5 -
Mai - - - - -	+ 19° C.	11,3 -
Juni - - - - -	+ 24° C.	13,5 -

Das Maximum wurde nicht bestimmt, da Isolationswiderstände, deren Werth für die ganze Länge der Leitung 59 000 S. E. übertraf, nicht gemessen wurden (ihre Kenntniss auch praktisch kein Interesse hatte). Dagegen ging das Minimum des Isolationswiderstandes dieser Leitung in der betreffenden Periode nicht unter 4,7 Mill. S. E. f. d. Km. herab.

Diese Zahlen dürften genügen, einen ungefähren Begriff von der erreichbaren Isolation längerer oberirdischer Leitungsdrähte durch Doppelglockenisolatoren zu geben. Für die deutschen Witterungsverhältnisse bieten, wenn die üblichen grossen Doppelglockenisolatoren (Fig. 20) zur Verwendung kommen, die Leitungen bei der ausgezeichneten Ueberwachung, welche den Linien zu Theil werden kann, namentlich dann, wenn die regelmässige Reinigung der Isolatoren an solchen Stellen, wo dieselben berussen, nicht verabsäumt wird, thatsächlich auf die in Frage kommenden Längen einen so hohen Isolationswiderstand (selbst unter den ungünstigsten Einflüssen von Nebel und Regen), dass man von regelmässigen täglichen Messungen derselben im Allgemeinen absehen kann. Wesentlich nur nach Fertigstellung der Linien und in Störungsfällen schreitet man daher zur elektrischen Prüfung der Linien. Durch die zahlreichen, denselben entlang vertheilten Stationen wird es unter

Benutzung der ausgezeichneten Verbindung, welche zumeist die Eisenbahnen bieten, ein Leichtes, den Ort auftretender Betriebstörungen sofort festzustellen und die Ursachen zu beseitigen. Wo aber diese ausgezeichneten Verkehrsmittel und die ausgiebige Ueberwachung der Linien nicht zur Verfügung stehen, müssen regelmässige Messungen der Leitungen mit der grössten Sorgfalt vorgenommen werden, namentlich um diejenigen Aufzeichnungen über den Zustand der verschiedenen elektrischen Verbindungen zu gewinnen, welche zur Festlegung des Ortes auftretender Störungen durch elektrische Fehlerbestimmungen unumgänglich nothwendig sind.

Es ist hier nicht der Ort, näher auf den Gegenstand einzugehen, der hier nur insofern berührt werden sollte, als er für die Beurtheilung der verschiedenen Constructionen von Isolatoren Interesse bietet.

§. 3.

Die Telegraphen-Stangen.

I. **Wahl des Materials.** Die Träger der oberirdischen Telegraphenleitungen bilden aus Holz oder Eisen gebaute Gestänge. Der weitaus grösste Theil dieser Telegraphengestänge wird aus erstgenanntem Material hergestellt, während Eisenconstructionen im Allgemeinen weniger zur Anwendung kommen.

In erster Reihe entscheidend für die Verwendung des Holzes ist das Isolationsvermögen desselben. Selbst im feuchten Zustande bildet es einen vergleichsweise schlechten Leiter der Elektricität; eine Berührung des Leitungsdrahtes mit dem Holz der Tragstange, sei es, dass dieselbe unmittelbar stattfinde, oder durch Aufliegen des Drahtes auf der eisernen Stütze des Isolators vermittelt werde, wird daher nicht einen so gut leitenden Erdschluss bewirken, wie derselbe durch die Berührung mit einer in die Erde eingegrabenen eisernen Stange hergestellt werden muss, vielmehr nur einen geringen Stromverlust eintreten lassen. Thatsächlich kann der Leitungsdraht an mehreren Punkten in Berührung mit der hölzernen Stange sein, ohne dass eine Unterbrechung der telegraphischen Correspondenz eintritt. Ausser diesem für die Verwendung des Holzes sprechenden Vortheile lassen sich zu Gunsten desselben noch einige andere in Berücksichtigung zu ziehende Umstände anführen. Zunächst sind die Beschaffungskosten eiserner Stangen höher als die hölzerner, sodann lassen sich Reparaturen und Leitungsveränderungen an Holzgestängen mit grösserer Leichtigkeit ausführen als an solchen, welche aus Eisen erbaut sind, ferner ist die Fundamentirung

letzterer eine wesentlich schwierigere als die der hölzernen Stangen. Endlich ist, nach den Erfahrungen, die man an getränkten Holzgestängen gemacht hat, die Dauer der Hölzer, Dank der Vervollkommnung des Tränkungsverfahrens, eine so beträchtliche, dass man sich, was den Kostenpunkt anbelangt, auf eine ganz allgemeine und ausnahmslose Verwendung von Eisengestängen noch nicht hingewiesen sah.

Kommen dagegen sehr weite Transporte zur Verwendungsstelle in Betracht, oder bieten die hölzernen Pfosten keine genügende Sicherheit gegen muthwillige oder durch Feuer mögliche Beschädigungen der Stangenlinie, so sind wiederum die eisernen Telegraphenstangen zu bevorzugen.

Zur Einführung der oberirdischen Leitungen in die Städte verwendete man vielfach, hauptsächlich der gefälligeren äusseren Form wegen Eisengestänge. Die vielfachen bedeutenden Betriebsstörungen, welche durch die oberirdische Führung der Leitungen in der Nähe der Städte bei der sich mehr und mehr steigernden Anzahl der Drähte neuerer Zeit verursacht wurden, führten indessen dazu, dass man diese Art der Einführung verliess und die in Eisenhüllen geschützten unterirdischen Kabel an ihre Stelle setzte.

a. Hölzerne Telegraphen-Stangen.

II. **Rohe Stangen.** Die besten Holzarten zum Bau der Telegraphengestänge sind Lärche (pinus larix) und Kiefer (pinus sylvestris), auch Fichte (pinus abies) und Tanne (pinus picea) finden häufig, sowie hie und da Eiche Verwendung. In Amerika stehen Cedern und Kastanien, in Indien Eisen- und Teakholz, sowie Bambus in Gebrauch. Ueberall greift man zu den nächst erreichbaren in geeigneten Stämmen vorhandenen Holzarten, welche bei grösstmöglicher Haltbarkeit und Wetterbeständigkeit mit dem geringsten Kostenaufwande zu beschaffen sind.

In Deutschland ist das Kiefernholz das im Telegraphenbau am meisten verwendete. Die aus ihm gewonnene Telegraphenstange muss das wirkliche Stammende eines gesunden, gerade gewachsenen Baumes sein, welcher geschält und an den Aststellen glatt bearbeitet wird. Der Durchmesser der Stange soll bei den gewöhnlich zur Verwendung kommenden Stangenlängen von 10 m, 8,5 m und 7 m 0,15 m betragen. Dieser Durchmesser ist am oberen (am „Zopf-“) Ende der Stange zu messen, und es ist das angegebene Maass für den Zustand nach der Bearbeitung und für den kleineren Durchmesser des etwa elliptischen Querschnittes gültig. Die durch den natürlichen Wuchs der Telegraphenstange bedingte Verjüngung vom Stammende nach dem Zopfende hin

beträgt für 1 Meter Länge 1 Centimeter Abnahme des Durchmessers. Die normalen Stärken der Stammenden würden sonach bezw. 22, 23,5 und 25 Centimeter sein. Die Abmessung erfolgt aber stets am Zopfende. Das Stammende wird stumpf kegelförmig bearbeitet, das Zopfende nach zwei Seiten flach dachförmig oder auch einfach winklich glatt beschnitten.

Das Holz muss in der Wadelzeit (November bis März) d. h. in derjenigen Zeit gefällt werden, in welcher der Saft der Bäume zurückgetreten ist, da die in dieser Zeit gefällten Stangen der Fäulniss bedeutend länger widerstehen, als die aus Saft-gefüllten Stämmen gewonnenen. Vollständiges Austrocknen der Hölzer an der freien Luft durch schichtweises, die Circulation der Luft um dieselben gestattendes Aufstapeln ist eine der wesentlichsten Bedingungen für die Gewinnung gut wetterbeständiger Telegraphenstangen. Trotzdem aber ist die Dauer derselben eine nur geringe, und man kann dieselbe auf kaum mehr als durchschnittlich 5 Jahre annehmen. Der in die Erde eingegrabene Theil der Stange sowohl, wie das freie Ende derselben sind an sich der Fäulniss weniger ausgesetzt als der Punkt, an welchem die Stange die Erdoberfläche verlässt. Hier tritt die Zersetzung an der durch das Erdreich dauernd feucht gehaltenen Stelle und bei dem beständigen Luftzutritte schneller ein und bewirkt sehr bald eine Schwächung der Stange an demjenigen Punkte, an welchem gerade die grösste Festigkeit derselben verlangt wird. Man hat diesem Uebelstande durch Abbrennen, d. h. Verkohlen der äussersten Oberfläche des Stammendes und durch Anstreichen desselben mit Theer abhelfen wollen, indessen bewirkt das erstgenannte Verfahren häufig das gerade Gegentheil, und selbst, wenn die Stangen erst gebrannt und dann getheert wurden, konnte nur eine geringe Erhöhung der durchschnittlichen Dauer derselben erzielt werden. Das Holz der Stangen einem Conservirungsverfahren zu unterwerfen, hat dagegen günstigeren Erfolg gehabt; gegenwärtig kommen hauptsächlich zwei Methoden: die Tränkung mit Kupfervitriollösung und mit kreosothaltigem Theeröl zur Anwendung. Das Behandeln der Hölzer mit Quecksilbersublimat, welches ein starkes Gift ist, wurde als zu gefährlich verworfen. Auch die Tränkung mit Zinkvitriol fand keine weitere Verbreitung, so dass nur die Betrachtung der beiden erstgenannten Methoden erübrigt.

III. **Kupfervitrioltränkung der Stangen.** Die Holzfaser (Cellulose) an sich ist ein sehr beständiger, der Zersetzung widerstehender Stoff, die Zerstörung desselben aber wird durch Fermentation des dieselbe umgebenden Pfanzensaftes eingeleitet. Würde es gelingen den Saft des Baumes vollständig aus dem Fasergewebe zu entfernen, so würde ein der Fäulniss dauernd widerstehendes Material gewonnen werden können.



Durch Auslaugen mittels Wassers oder Wasserdampfes aber kann dieser Zweck einestheils nicht vollkommen genug erreicht werden, anderntheils beeinträchtigt dieses Verfahren die mechanischen Eigenschaften des Holzes zu wesentlich, um empfehlenswerth zu sein. Dagegen bietet das Vermischen des Pflanzensaftes mit einem antiseptischen, fäulnisswidrigen Stoffe, oder ein Ausfüllen des Fasergewebes durch einen derartigen Stoff ein Mittel, dem Holze eine ganz ausserordentliche Widerstandsfähigkeit gegen Zersetzung zu verleihen. Das nach seinem Erfinder, dem französischen Arzte Boucherie, benannte Verfahren der Holztränkung besteht darin, dass durch die Poren des frischgefällten Baumes Kupfervitriollösung (schwefelsaures Kupferoxyd) unter Druck hindurchgepresst wird. Hierbei vermischt sich die Kupfervitriollösung vollkommen mit dem Pflanzensafte, verdrängt denselben theilweise aus der Faser und macht das Holz fäulnissbeständig.

Macht man am Stammende eines lebenden Baumes Einschnitte und bildet um dieselben herum eine ringförmige, mit Kupfervitriollösung bezw. Krystallen gefüllte Rinne, so fördert die Lebensthätigkeit des Baumes selbst das antiseptische Salz nach und nach mit dem Safte bis in die äussersten Zweige. Der alsdann gefällte und getrocknete Baum widersteht der Einwirkung der Fäulniss in hohem Grade. Dieses am lebenden Baume vorgenommene Verfahren erfordert aber sehr lange Zeit, wird hierdurch kostspielig und macht ausserdem alle anderen vom Kupfervitriol durchdrungenen Theile des behandelten Baumes zu vielen Zwecken untauglich. Aus diesem Grunde hat man dasselbe verlassen und wendet ein Verfahren an, welches nur den zur Telegraphenstange bestimmten Theil des Stammes von dem antiseptischen Stoffe durchdringen lässt. Man ersetzt die natürliche Förderkraft der Pflanze durch künstlichen Druck und treibt die Kupfervitriollösung vom Stammende nach dem Zopfende hin, durch das noch grüne Holz der Telegraphenstange hindurch.

Zu diesem Zwecke werden die Stämme im möglichst frischen Zustande und noch mit der Rinde bedeckt nach der Fällung einem zur Imprägnirung eingerichteten Platze zugeführt, auf welchem ein Gerüst von etwa 10 Meter Höhe erbaut wird. Das Gerüst trägt zwei Behälter, welche die aus 1,5 Gewichtstheilen Kupfervitriol in 100 Gewichtstheilen Wasser hergestellte Lösung enthalten. Ein Fallrohr führt von denselben nach den auf dem Boden in geeigneter Weise gelagerten Vertheilungsrohren, welche die Lösung den zu tränkenden Stämmen durch zahlreiche an denselben angebrachte Rohrstutzen aus Holz oder Kupfer zuführen. Auf die Stammenden der ungeschälten Stangen, welche glatt beschnitten wurden (und zwar kurz bevor sie angeschlossen wurden), werden Verpackungen befestigt, welche aus einfachen quadratischen Bretern be-

stehen. Diese werden mit Klammern an den Stamm in der Weise befestigt, dass zwischen Bret und Stangenende ein Zwischenraum von 2 bis 3 Centimetern bleibt, der durch ein um den alleräussersten Umfang der Stammfläche gelegten Gummiring abgedichtet wird. In das Bret ist ein Rohrstutzen, eine hölzerne oder kupferne Pipe eingesetzt, welche zur Befestigung eines die Verbindung zwischen dem Vertheilungsrohr und dem Stammende herstellenden kurzen Gummirohres dient. Dies Gummirohr dient gleichzeitig zum Absperren des Zuflusses der Tränkungsflüssigkeit, indem dasselbe in eine Schleife gelegt und einfach mittels Bindfadens unterbunden wird. Die zu tränkenden Stämme werden auf diese Weise an die Vertheilungsrohre mit den Stammenden angeschlossen, so gelagert, dass das Zopfende derselben etwas tiefer zu liegen kommt als jenes. Nachdem der Druck der Flüssigkeitssäule einige Zeit gewirkt hat, beginnt der Saft am Zopfende auszufliessen und sich nach und nach grünlich zu färben. Das Verfahren wird solange fortgesetzt, bis die austretende Flüssigkeit mindestens den halben Gehalt an Kupfervitriol im Vergleich mit der eintretenden Lösung aufweist. Eine einfache Pumpe dient dazu die Tränkungsflüssigkeit in die auf dem Gerüst befindlichen Behälter zu fördern, deren man gewöhnlich zwei aus dem Grunde anbringt, um einen derselben ohne Störung des Betriebes reinigen zu können. Die aus den Stämmen fliessende Lösung wird nicht zum zweiten Male wieder benutzt.

Bei ununterbrochenem Betriebe würde es schwierig sein, den Gehalt der Lösung durch Abmessung der Mengen von $1\frac{1}{2}$ Gewichtstheilen Kupfervitriol auf 100 Gewichtstheile Wasser gleichmässig zu erhalten; man wendet daher zur Bestimmung derselben, sowie zur Prüfung der ausfliessenden Flüssigkeit auf ihren Gehalt an Kupfervitriol ein Baumé'sches Areometer an.

Das Kupfervitriol muss ein vorzüglich reines sein und darf namentlich kein Eisenvitriol enthalten. Löst man etwas Kupfervitriol in Ammoniak, so muss sich eine tiefblaue Flüssigkeit bilden; das Vorhandensein brauner Flocken in derselben zeigt darin enthaltenes Eisen an. Das zur Herstellung der Lösung verwendete Wasser muss möglichst kalkfrei und rein sein, und es dürfen sich beim Zusetzen des Kupfervitriols keine weissen Wolken in demselben bilden. Regenwasser ist am vorzüglichsten dazu geeignet.

IV. **Fällzeit des Holzes.** Die im Herbst und Winter geschlagenen Hölzer imprägniren sich des leichtflüssigeren sehr wasserreichen Saftes wegen schneller als die im Führjahr und Sommer gefällten. Das Holz kann alsdann einige Zeit lagern, bevor es dem Verfahren ausgesetzt wird. Im Sommer dagegen müssen die Bäume sofort, spätestens innerhalb



8 Tagen nach dem Fällen der Tränkung unterworfen werden, wenn dieselbe noch gelingen soll. Am sichersten und kürzesten ist das Verfahren bei ganz frisch geschlagenem Holze und zwar zur Zeit, ehe die Bäume auszuschlagen beginnen, oder wenn dieselben die Blätter verlieren. Bestimmte Angaben über die zur vollkommenen Tränkung einer Stange erforderliche Zeit lassen sich im Allgemeinen nicht machen, da harzreichere Holzarten sich weniger schnell als harzarme, langsam gewachsene schwerer wie schnell emporgeschossene Stämme durchdringen lassen. Im Durchschnitt erfordert bei einer Zopfstärke von 0,145 m eine Stange von

5 m	$3\frac{1}{2}$ Tage
6,5 -	$5\frac{1}{2}$ -
8 -	$8\frac{1}{2}$ -
10 -	12 -

Zeit, um vollständig getränkt zu werden[1]).

V. **Prüfung der mit Kupfervitriol getränkten Hölzer.** Schlammartige Absonderungen, die sich an den Enden der Stangen bilden, müssen entfernt werden, was am besten dadurch geschieht, dass eine dünne Scheibe mit der Säge abgeschnitten wird. Die Reinheit der Eintrittsfläche ist für den regelmässigen Verlauf des Verfahrens sehr wesentlich, da die seitliche Verbreitung der Kupfervitriollösung innerhalb des Stammes eine ausserordentlich geringe ist. Dies wird durch den Versuch Boucherie's erwiesen, der die Lösung auf der einen Seite eines Blockes in Gestalt des Namens „Faraday“ eintreten liess und am anderen Ende desselben die von der durchgedrungenen Flüssigkeit gebildeten deutlichen umgekehrten Schriftzüge wiedererhielt. Es ist daher auf ein vollkommenes Durchdringen des Stammendes selbst zunächst grosses Gewicht zu legen, und es dürfen namentlich in der Eintrittsfläche keine Aststellen vorhanden sein. Auch die Höhe der Flüssigkeitssäule hat Einfluss auf das Resultat des Verfahrens, da ein zu schnelles Durchdringen der Kupfervitriollösung kein vollständiges Vermischen derselben mit dem Pflanzensafte eintreten lässt.

Die Durchdringung sämmtlicher Theile des behandelten Stammes mit Kupfervitriol lässt sich durch Bestreichen der fraglichen Stellen mit einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz (Cyaneisenkalium, 1 Gewichtstheil auf 100 Theile Wasser) nachweisen, welches im Falle des Vorhandenseins von Kupfervitriol rothbraune Flecken hervorbringt. War Eisenvitriol in der Tränkungsflüssigkeit enthalten, so färben sich nach einiger Zeit diese Flecken blau. Einzelne Bäume müssen zur Vornahme dieser Prüfung nach dem Trocknen am Zopfende beschnitten und auf der ganzen Schittfläche untersucht werden.

---

[1]) Rother, Telegraphenbau, S. 39.

Die Dauer der mit Kupfervitriol getränkten Telegraphenstangen kann auf durchschnittlich 12 bis 15 Jahre angenommen werden und soll im Allgemeinen im feuchteren fetten Boden eine längere als im sandigen und kalkigen sein.

VI. **Kreosotiren der Telegraphenstangen.** Ein noch wirksameres Conservirungsverfahren ist das Kreosotiren, d. h. das Tränken mit Carbolsäure haltigem Theeröl. Dasselbe macht das Holz im hohen Grade gegen die Fäulniss widerstandsfähig und erweist sich trotz der erhöhten Kosten, welche es verursacht, als äusserst vortheilhaft. Nur ein Nachtheil ist mit demselben verbunden, welcher in dem gesundheitsschädlichen Einfluss liegt, den das kreosotirte Holz auf die damit beim Linienbau beschäftigten Arbeiter ausübt. Schmerzhafte Hautschälungen, Augenentzündungen werden dadurch verursacht, dass die Arbeiter sich, namentlich bei Verletzungen, nicht genügend gegen das Eindringen des blutschädlichen Stoffes schützen. Die Gefahr für die Handhabenden wird aber bei Verwendung nicht frischer, sondern gut abgelagerter und getrokneter Hölzer so wesentlich verringert, dass man der Benutzung derselben keine Bedenken entgegenzusetzen braucht, zumal die überhaupt vorgekommenen Beschädigungen wohl zum grössten Theile der Unkenntniss der dem Tränkungsmittel innewohnenden giftigen Wirkung und dem Mangel der nöthigen Vorsicht zugeschrieben werden müssen. Werden vom Theeröl triefende Stangen zum Linienbau verwendet, so können sich allerdings die Arbeiter schwer den schädlichen Einflüssen entziehen, kommen dagegen an der Oberfläche vollkommen ausgetrocknete Hölzer zur Benutzung, so ist bei einiger Vorsicht keine Gefahr vorhanden. Steht zu befürchten, dass die Oberfläche abgelagerter Stangen nicht mehr genügenden Schutz gegen die Einwirkungen der Feuchtigkeit biete, so kann man dieselben beim Bau der Linie nochmals mit einem Theer-Anstrich namentlich an demjenigen Theile überkleiden, an welchem dieselbe der Fäulniss am meisten ausgesetzt ist.

VII. **Tränkung.** Die im Wadel gefällten Hölzer werden geschält, an den Aststellen glatt bearbeitet und an der Luft getrocknet der Tränkungsanstalt zugeführt. Da eine maschinelle Anlage nöthig ist, kann das Verfahren nicht an dem Orte vorgenommen werden, an welchem die Hölzer geschlagen wurden und ist im Allgemeinen ein weiterer Transport der Stangen nothwendig. Schon hierdurch erhöhen sich, abgesehen von der umfangreicheren Anlage der Anstalt selbst und dem theureren Tränkungsmittel, die Kosten erheblich. Die lufttrockenen Stangen werden auf einen eisernen Wagen geladen und auf Schienengleisen in den Trockenraum gebracht, um hier zunächst unter Abschluss der äusseren Luft erhitzt, sodann durch continuirliche Zuführung erhitzter Luft bei



einer von 100 bis 140° C. langsam steigenden Temperatur vollkommen ausgetrocknet zu werden. Dieses Austrocknen, welches, um ein Reissen des Holzes zu verhüten, nicht zu schnell erfolgen darf, nimmt mehrere Tage in Anspruch. Aus dem Trockenraume gelangen die Stangen auf Schienen unmittelbar in den zur Tränkung dienenden starken Kessel, woraus mittels kräftiger Luftpumpen die Luft ausgesaugt wird, um die in dem Holze befindliche Luft zu entfernen. Nachdem die Luftverdünnung eine halbe Stunde angedauert hat (das Quecksilber im Barometer soll dabei in höchstens 30 Minuten auf 530 mm steigen), lässt man die in einem Behälter auf 45 bis 50° C. vorgewärmte Tränkungsflüssigkeit in den Kessel eintreten und, wenn derselbe gefüllt ist, durch eine Druckpumpe eine Stunde lang einen Druck von 6 bis 8 Atmosphären auf dieselbe wirken, wobei die Flüssigkeit in die Poren des Holzes eindringt. Nach Beendigung des Verfahrens lässt man die im Kessel noch vorhandene Flüssigkeitsmenge abfliessen. Von der sich auf denselben ablagernden Kruste befreit und getrocknet gelangen die fertigen Stangen zum Lager, zur Prüfung und zum Versandt. Der oben erwähnten gesundheitsschädlichen Einwirkungen wegen dürfen dieselben aber nicht vor Ablauf von mehreren Monaten zur Verwendung auf der Strecke kommen.

VIII. **Die Tränkungsflüssigkeit.** Das aus dem Steinkohlentheer hergestellte Oel darf nur ein Minimum an leichtflüchtigen Bestandtheilen enthalten. Der Siedepunkt des Oels muss durchschnittlich über 235° C., jedenfalls nicht niedriger als 180° C. und nicht höher als 400° C. liegen. Der Gehalt an sauren, in concentrirten Alkalilaugen löslichen Bestandtheilen (an Kreosot, bezw. im Steinkohlentheer enthaltener Carbolsäure) muss mindestens 6 bis 10% betragen. Das Oel muss trotz des hohen Siedepunktes bei gewöhnlicher Temperatur dünnflüssig sein, muss auf trocknes Hirnholz gegossen schnell in dasselbe eindringen und darf einen nur öligen, nicht aber schmierigen Rückstand auf der Prüfungsfläche zurücklassen. Dabei darf dasselbe jedoch nicht so dünnflüssig sein, dass es nach der Tränkung aus dem Holze leicht wieder ausfliesst, sondern es muss in den Poren desselben möglichst vollständig zurückgehalten werden. Das specifische Gewicht des Oels soll im Durchschnitt 1,05, nicht unter 1,00 und nicht über 1,10 sein. Gewöhnlich wird ein Procentsatz von 25 für eine Beimischung aus Holz, Torf oder Braunkohle gewonnenen Theeröls gestattet, wenn dadurch die verlangten Eigenschaften des Steinkohlentheeröls nicht beeinträchtigt werden. Seitdem die Carbolsäure ein gesuchter Handelsartikel geworden ist, ist der Gehalt des Steinkohlentheers an diesem Stoffe ein geringerer, da er dem Theer gewöhnlich entzogen wird. Die Prüfung der Tränkungsflüssigkeit auf diesen als antiseptisch in der Telegraphenstange wirkenden Stoff ist daher besonders zu beachten. Mischt man eine Probe des Oels mit einer

gleichen Menge 20-procentiger Alkalilauge, schüttelt das Gemenge und bringt es in ein graduirtes Gefäss, so scheiden sich 3 Schichten der Flüssigkeit, deren oberste das unlösliche, deren mittlere das in Alkali gelöste saure Oel und deren untere die Lauge selbst bildet. Die Volumendifferenz des ungelösten Oels mit der zur Mischung verwandten Menge ergiebt den Gehalt derselben an sauerem Oel[1]).

IX. **Prüfung der kreosotirten Stangen.** Eine 7 Meter lange Telegraphenstange soll nach vollendetem Kreosotiren 40, eine 8,5 Meter lange 50 Kilogramm Theeröl aufgenommen haben, was durch Wägungen vor und nach dem Tränkungsverfahren geprüft wird. Wie weit das Tränkungsmaterial in den Querschnitt der Stange eingedrungen, lassen Schnittproben leicht erkennen, indessen dürfen dieselben nicht zu nahe am Ende der Stange vorgenommen werden, wenn man ein Urtheil über die Durchdringung des ganzen Stammes fällen will.

Die Dauer kreosotirter Stangen kann im Durchschnitt auf 15 bis 20 Jahre angenommen werden. Wenn das Theeröl gut kreosothaltig ist und das Trocknungsverfahren der Hölzer mit vorzüglicher Vorsicht eingeleitet wird, kann sich dieselbe bedeutend erhöhen. Zwei Umstände sind dabei wesentlich zu berücksichtigen. Da in der Regel die Aufnahme einer gewissen Oelmenge für ein bestimmtes Volumen Holz als Bedingung für die erfolgte vorschriftmässige Behandlung der Stangen gestellt wird, führt dies leicht dazu, dass zur möglichst sicheren Erfüllung derselben Seitens der Lieferanten schnellgewachsene poröse Hölzer bevorzugt werden, welche zunächst in ihren mechanischen Eigenschaften hinter zäherem Materiale bedeutend zurückstehen und auch das Oel leichter aus dem gröberen Fasergewebe wieder ausfliessen lassen. Ferner führt dieselbe Bedingung bei härterem, schwer zu tränkendem Holze zu einem übermässigen Erhitzen desselben beim Austrocknen, um das Holz für das Tränkungsmittel aufnahmefähiger zu machen. Auch hierdurch erleidet erklärlicher Weise die Stange eine Schädigung an ihrer Festigkeit sowohl, wie an ihrer Widerstandsfähigkeit gegen die Fäulniss, da das Gefüge des Holzes durch allzustarke Erhitzung gelockert wird.

b. Eiserne Telegraphen Stangen.

X. **Zweckmässigkeit.** Die Ergänzungen, welche in den Telegraphengestängen durch die immerhin noch beschränkte Dauer der hölzernen Pfosten nothwendig werden, verursachen beträchliche Unterhaltungskosten und häufige Betriebsstörungen und lassen es angezeigt erscheinen, das

[1]) Ueber die Imprägnirung der Telegraphenstangen enthält Ausführlicheres Rother, Telegraphenbau, S. 30 bis 49.



beständigere Material des Eisens an die Stelle des Holzes zu setzen. In vielen Fällen kann sogar durch die Verwendung eiserner Telegraphenstangen trotz der bedeutend höheren Beschaffungskosten derselben eine wesentliche Ersparniss erzielt werden. Der auf S. 68 bereits erwähnte, bei der Benutzung eiserner Träger unvermeidliche Nachtheil, dass ein Aufliegen des Leitungsdrahtes auf der Stütze eines Isolators unmittelbaren Erdschluss bewirkt, wird durch die grössere, bei guter Construction der Gestänge zu erreichende Festigkeit und die hierdurch erzielte grössere Sicherheit der Leitungen gegen Betriebsstörungen hinreichend ausgeglichen.

Obwohl die Erfahrung erwiesen hat, dass das Eisen als Material zu Telegraphenstangen durchaus zweckmässig ist, blieb eine allgemeinere Anwendung desselben bis jetzt noch auf solche besondere Fälle beschränkt, in denen die Benutzung des Holzes aus triftigen Gründen nicht rathsam war. Es scheint, dass hierzu wesentlich der Umstand beigetragen hat, dass vielfach Eisenconstructionen von ungenügender Stabilität Verwendung gefunden haben. Allerdings ist dabei in Berücksichtigung zu ziehen, dass die Eisenconstruction sich nicht immer als zweckmässig erweist, dass vielmehr je nach der Lage der Verhältnisse entschieden werden muss, welches Material im einzelnen Falle das vortheilhafteste ist, aber es darf die Untauglichkeit einzelner Bauausführungen nicht dazu führen, das System im Allgemeinen zu verwerfen.

XI. **Verschiedene Eisenconstructionen.** Zum Schutz des in der Erde befindlichen Theiles der Holzstange hat man zunächst einen gusseisernen Fundamentirungsfuss *F* (Fig. 109) angewandt, welcher mit einer Erdschraube *S* versehen in den Erdboden eingesenkt wurde und die Telegraphenstange *T*, deren unterer Theil mittelst der Bänder *bb* in demselben befestigt war, aufnahm. Eine ausgedehntere Verwendung aber fand diese Art der Befestigung der Stangen nicht.

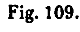


Fig. 109.



Um möglichst widerstandsfähige und billige Telegraphenstangen aus Eisen zu erlangen, verwendete man Winkeleisen, Eisen von T-förmigem, doppelt T-förmigem und kreuzförmigem Querschnitt, cylindrische und conische Eisenrohre, endlich stellte man aus genietetem Blech und aus Bandeisen unter theilweiser Benutzung von gusseisernen Fundamentirungssockeln Masten her.

XII. Die ersten in **Preussen**[3]) versuchweise (1855) zur Benutzung gekommenen eisernen Telegraphenstangen, welche

[3]) Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, 2, 133.

Fig. 110.

Fig. 111.

für 7 Leitungen eingerichtet waren, sind in Fig. 110 abgebildet. Das in den Boden reichende Sockelrohr R_1 mit Erdschraube war von 1,20 m Länge und aus Gusseisen. In demselben wurde ein schmiedeeisernes Rohr R_2 von 65 mm Durchmesser und 2,60 m Länge und in diesem ein ähnliches, die Isolatoren tragendes R_3, von 33 mm Durchmesser und 1,70 m Länge befestigt. Aehnliche Stangen kamen auf der Linie Gera - Weissenfels zur Aufstellung.

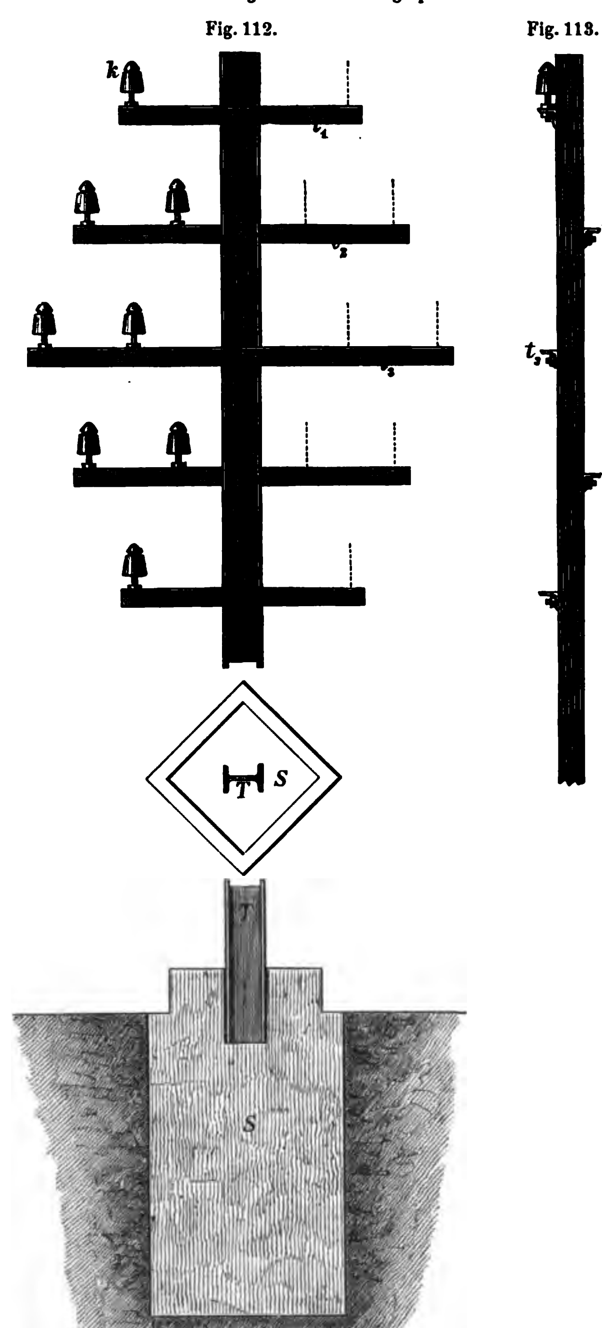
XIII. In der **Schweiz**[4]) baute man (1857) Gestänge aus Winkeleisen von 51 × 51 mm (Fig. 111), welche bei einer Länge von 3,15 m ein Gewicht von 21,18 kg hatten und in Kalksteinquadern mit Cement eingegossen waren. Seit 1862[5]) kamen in der Schweiz in grösserer Anzahl conische, aus einem Rohre gebildete eiserne Telegraphenstangen zur Benutzung. Im Jahresberichte der Schweizer Telegraphenverwaltung von 1868[6]) sind unter 4288 Kilometer Linien 749 Kilometer mit eisernen Stangen ausgerüstete aufgeführt. Später hat man die Eisenconstruction wieder verlassen und ist zu den gewöhnlichen Holzgestängen zurückgekehrt.

XIV. In **Bayern** errichtete man Gestänge (Fig. 112 und 113) aus Doppel-T-Eisen von 124 mm Höhe und 75 mm Breite und war die Länge der die Telegraphenstange bildenden Schiene bezw. 5 m, 6 m und 7 m. An derselben wurden Querarme aus Winkeleisen von 46 × 46 mm angebracht, welche die Isolatoren aufnahmen. Die Mittelrippe der Doppel-T-Schiene wurde zur Aufnahme der Befestigungsschraube durchbohrt und zur Verhütung einer Drehung der Querträger das Winkeleisen auf 3 mm in die vorspringenden Kanten des Doppel-T-Eisens eingelassen. Die Länge der Querarme betrug 0,80 m, 1,10 m und 1,40 m. Die Fundamentirung bildeten Granitsockel S von 1,30 m Höhe und 0,45 m × 0,45 m Querschnitt. Ein dem Profil des Doppel-T-Eisens genau entsprechend in den Stein eingearbeitetes Loch nahm die Schiene auf, welche mit Blei eingegossen wurde. Ehe dies geschah, wurde das Eisen an dem in den Sockel reichenden Theile mit einer dicken isolirenden Lackschicht überkleidet, die das Zersprengen der Sockel durch Blitzschläge verhüten sollte. Ein besonders an dem Eisen befestigter, in der Erde gelagerter Draht diente als Ableitung für die atmosphärischen Entladungen. Das Eisen wurde zur besseren Conservirung der Oberfläche in heissem Oel abgesotten und nach Errichtung der Gestänge mit einem Oelfarbenanstrich versehen. Das Gewicht der Stangen betrug bei 5 m, 6 m und 7 m Länge derselben bezw. 108, 125 und 141 kg.

---

[4]) Telegraphen - Vereins - Zeitschrift, 4, 175.
[5]) Telegraphen - Vereins - Zeitschrift, 11, 161.
[6]) Telegraphen - Vereins - Zeitschrift, 16, 72.

Fig. 112. Fig. 113.



XV. Nach der gleichen Construction errichtete die **Reichs-Telegraphen-Verwaltung** 1875 entlang der Berlin-Görlitzer-Eisenbahn ein etwa 30 km langes Versuchsgestänge. Das Doppel-T-Eisen hatte eine Höhe von 148 mm und eine Breite von 88 mm und war in Längen von 7 m, 8 m und mehr in Steinsockel von 1,30 m Höhe und quadratischem Querschnitt von 0,40 m Seite auf 0,30 m Tiefe, mit Cement vergossen, eingelassen. An diesem Gestänge musste man Erfahrungen der traurigsten Art machen, denn es erwies sich trotz der gewählten so geringen Stangenabstände von 40 m, 50 m und 60 m als durchaus nicht widerstandsfähig. Namentlich musste der Umstand, dass ein Umbrechen dieser eisernen Träger durch Sturm nicht, wie man erwartet hatte, vollständig ausgeschlossen blieb und die Möglichkeit vorhanden war, dass Stangen auf die Gleise fielen, den Bahnbetrieb wesentlich in Gefahr bringen. Die Sicherung dieses Gestänges gegen Umbruch durch Wind musste schliesslich mit Holzstützen und Drahtankern bewerkstelligt und an gefährlichen Stellen eine besondere Fundamentirung der die Telegraphenstangen bildenden Doppel-T-Eisen angeordnet werden, da eine Sicherheit namentlich gegen das Ausbrechen der Sockelsteine durchaus nicht erzielt werden konnte. Obwohl das Gestänge für 24 Leitungen als etwaige Meistbelastung errichtet worden war, ergab sich, dass dasselbe mit nur 12 derselben belastet werden durfte, wenn es die erforderliche genügende Sicherheit bieten sollte.

XVI. Die eisernen Stangen der 1865 erbauten Linie **Paris — St. Germain** bestanden aus zwei Theilen, deren unterer, aus Gusseisen hergestellter in gewöhnlicher Weise in die Erde eingegraben wurde und bei einer Länge von 3,50 m bis 4,50 m den in Fig. 114 bei *a* dargestellten Querschnitt hatte, deren oberer aus gezogenem Kreuzeisen von 2,50 m mit dem in Fig. 114 bei *b* gezeichneten Querschnitte gebildet wurde, an dessen Rippen die Isolatorenstützen angeschraubt waren. Die Stangen wurden in 50 m Entfernung gesetzt und sollen sich bei einer Belastung von 6 bis 9 Leitungen gut gehalten haben.

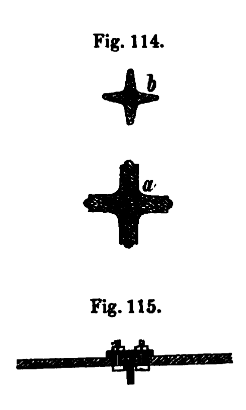


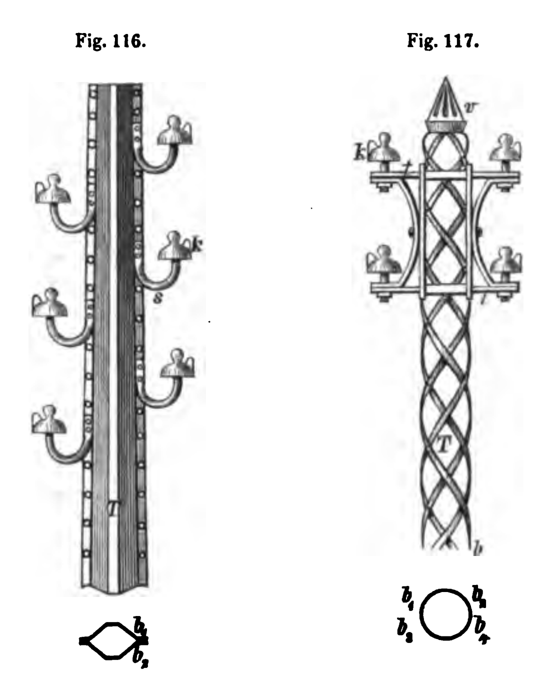
Fig. 114.

Fig. 115.

De la Taille verwendete zu Telegraphenstangen T-Eisen, deren Rippen durchlocht waren und 25 mm starkes Quadrateisen als Querträger für die Isolatoren aufnahmen (Fig. 115). Die Stangen wurden in Sockeln fundamendirt, welche aus in Formen gegossenem Beton hergestellt

worden waren. **Desgoffe**[7]) in Paris construirte Blechmasten der in Fig. 116 dargestellten Form, die sich, was Widerstandsfähigkeit anbelangt, wohl bewährt haben, aber deren Form eine wenig gefällige ist. Man stellte diese Masten in Längen bis 18, sogar 25 m her. Die aus zusammengenietetem, schraubenförmig gewundenem **Bandeisen** hergestellten Masten (Fig. 117) bieten ein geschmackvolleres Aeussere und sind, obwohl weniger widerstandsfähig als jene, in Frankreich und Belgien in der Nähe der Städte häufiger zu Trägern der Telegraphenleitungen benutzt worden.

Fig. 116. Fig. 117.



XVII. Hier möge noch die Verwendung von gewöhnlichen Eisenbahnschienen als Träger für die oberirdischen Telegraphenleitungen Erwähnung finden. Auf den **Brasilianischen** Linien[8]) wandte man beispielsweise mit Vortheil an Stelle der schnell faulenden Hölzer ausgewechselte Eisenbahnschienen an, die in der gewöhnlichen Weise in die Erde eingegraben wurden, und an denen man Isolatoren der in Fig. 33 bis 38 abgebildeten Form mittels übergeschobener **C**-förmiger Bügel befestigte. In den

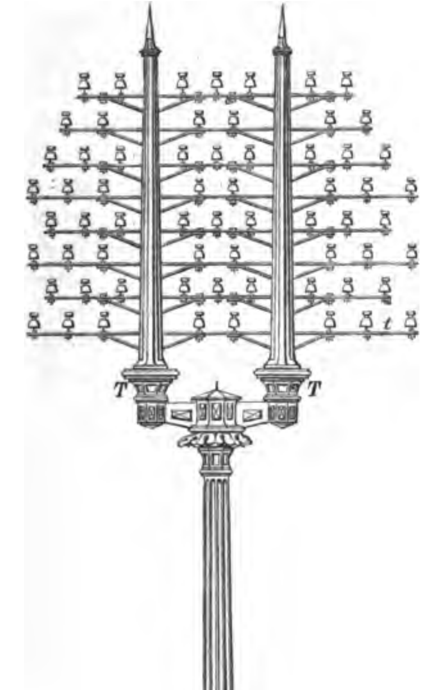
[7]) Journal télégraphique, Bd. 2 (Bern 1872 bis 1874), S. 169, 186 und 495.

[8]) The Telegraphic Journal, Bd. 6; London, 1878; S. 179.

Kopf der Schiene brauchte nur ein Loch gebohrt zu werden, welches einen Stift aufnahm, der das Herabgleiten des Isolators verhinderte.

XVIII. **Die Wiener Stadtleitung.** Die Einführung der Telegraphenleitungen in Wien war durch ein äusserst geschmackvolles und dabei anscheinend sehr solid gebautes eisernes, in Fig. 118 in $\frac{1}{60}$ der

Fig. 118.



nat. Grösse abgebildetes Gestänge bewirkt worden. Auf starken gusseisernen, vorzüglich fundamentirten Sockeln S von 5 m Höhe war ein

Doppelgestänge *T*, *T* aus gleichem Material von 3 m Höhe angebracht, welches die den 64 Telegraphenleitungen gleichzeitig als Stütze dienenden Querträger *t* trug. Die ganze Höhe des über der Erde befindlichen Theils dieses Gestänges betrug 8,20 m, und die Eisentheile eines vollständigen Trägers wogen 1592 kg, wovon 1293 kg Gusseisen. Die Ausladung der äussersten Leitungsdrähte betrug von der Mittellinie der Säule gemessen 1,30 m. Am 3. Novbr. 1878 brach das stattliche, dem „Ring" entlang geführte Gestänge in Folge ausnahmsweise starker Schneebelastung der Leitungen vollständig in sich zusammen; die Hauptstadt Oesterreich-Ungarns wurde dadurch für drei Tage von der telegraphischen Verbindung überhaupt abgeschnitten, und ihr regelmässiger Verkehr mit den Provinzen und dem Auslande blieb für Wochen gestört. Hier bekundete sich in augenfälligster Weise und im grossartigsten Maassstabe die Unzweckmässigkeit der Verwendung eiserner Gestänge an solchen Stellen, wo dazu nicht zwingende Gründe vorliegen. Denn in welchem Verhältnisse stehen die Mehrkosten der Einführung jener 64 Leitungen in Kabeln (Vgl. Anmerk. 9 auf S. 88) zu den Kosten, die dieser Unfall hervorbringen musste, zu den Verlusten, die Handel und Verkehr dabei erlitten!

Aber es giebt Fälle, in denen die Bedingungen für die Herstellung einer sicheren telegraphischen Verbindung anders liegen. Soll durch endlose Einöden holzarmer, uncultivirter Länder der elektrische Draht geschützt geleitet werden, so bleibt kein anderes Mittel, als die Gestänge aus Eisen zu bauen. Denn die hölzernen Telegraphenstangen vom Auslande her zuzuführen, scheitert zunächst am Kostenpunkte. Der Werth der Hölzer als Brennmaterial führt dazu, dass die Gestänge zerstört und beraubt werden. Im Weiteren aber bietet da, wo die dauernde Unterhaltung der Linien durch Auswechselung von Stangen Mangels geeigneter Arbeitskräfte und Verkehrsmittel bedeutende Kosten verursacht, das beständigere unzerstörbare Eisen thatsächlich die grössten Vortheile.

XIX. **Oppenheimer's eiserne Telegraphenstange.** Mehrere Formen von eisernen Masten haben im grösseren Maassstabe im Auslande Verwendung gefunden; von diesen sei hier zunächst die in Australien vielfach zur Benutzung gekommene, von Oppenheimer in Manchester construirte Telegraphenstange (Fig. 119) erwähnt.

Den Sockel derselben bildet ein Gusseisenkörper mit kreuzförmigem Querschnitt *F* von 0,91 m Länge, den Mast selbst drei in einander passende Eisenrohre R_1, R_2, R_3 von bezw. 3,24 m, 1,83 m und 1,53 m Länge. Die Form des Fundamentirungsfusses soll ein Einrammen desselben mittels der Rammvorrichtung (Fig. 120) ermöglichen. Der Fundamentirungsfuss *F* wird an der zum Stand der Stange bestimmten Stelle aufgerichtet und die Führungsstange *f* mit dem auf derselben gleiten-

Fig. 119.

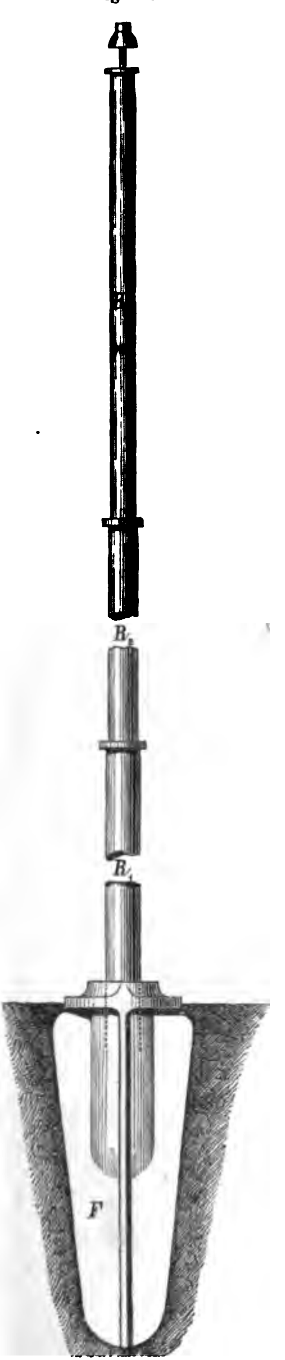
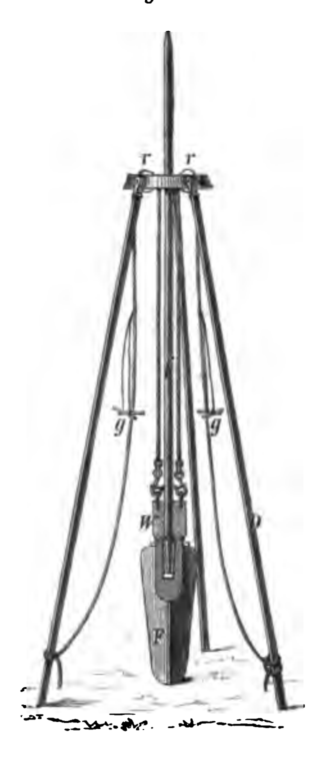


Fig. 120.



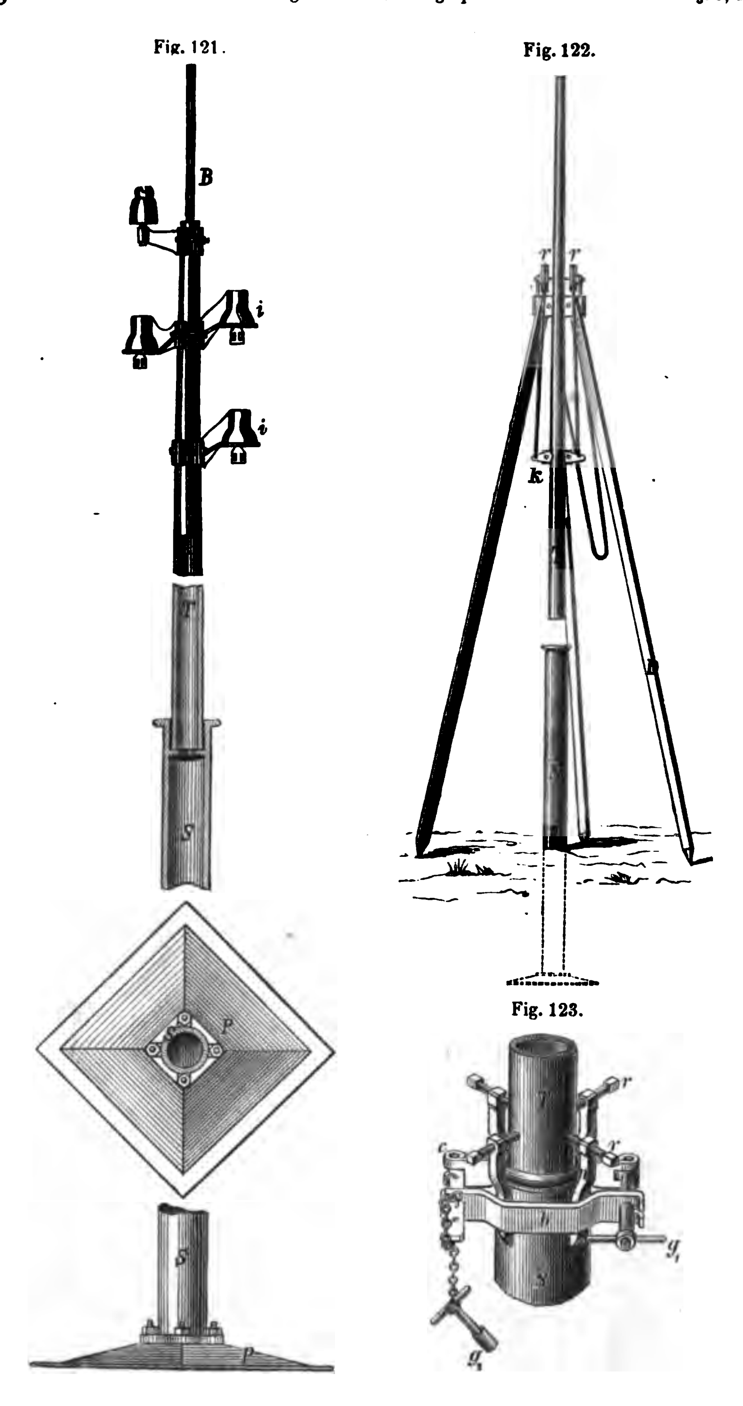


Fig. 121.

Fig. 122.

Fig. 123.

den Rammgewichte *W* eingesetzt. An ihrem oberen Theile ist die Führungsstange in dem Dreibein *D* gelagert. Das Rammgewicht, welches durch die über die Rollen *r*, *r* geleiteten Seile mittels der Griffe *g*, *g* gehoben werden kann und frei herabfallen gelassen wird, treibt den Fuss in den weichen Erdboden. Es erhellt, dass im steinigen und festen Boden diese Art der Fundamentirung nicht vorgenommen werden kann und der Fuss in der gewöhnlichen Art und Weise in den Boden eingegraben werden muss.

XX. **Siemens' eiserne Telegraphenstange.** Weitaus die grösste Verbreitung hat die in Fig. 121 abgebildete eiserne Telegraphenstange Siemens'scher Construction gefunden. Allein 40 000 solcher Stangen kamen beim Bau der indo-europäischen Telegraphenlinie (neben 9000 fichtenen und 20 000 eichenen Pfosten) zur Aufstellung. Diese Stangen werden in 5 verschiedenen Stärken hergestellt. Der Sockel derselben wird von einem kräftigen gusseisernen Rohr *S* von 2,15 m Länge und 120 bis 150 mm äusserem Durchmesser gebildet, an welches eine quadratische Fundamentirungsplatte *P* aus Eisenblech von 0,55 m bis 0,70 m Seite angeschraubt wird, welche in der in der Figur dargestellten Weise ausgebaucht ist. Das obere Ende des gusseisernen Sockelrohres *S* nimmt die aus einem conischen schmiedeeisernen Rohr von 3,60 m Länge gebildete 90 bis 130 mm Durchmesser am starken Ende habende Telegraphenstange *T* auf, woran die Isolatoren befestigt werden, und welche von einem etwa 0,50 m langen, als Blitzableiter dienenden Eisenstabe *B* gekrönt wird. Diese Telegraphenstange braucht, um die erforderliche Festigkeit zu bieten, nur 0,80 m in den Boden eingegraben zu werden, wodurch eine wesentliche Ersparniss beim Setzen derselben erzielt wird. Bei einem am obersten Ende der Stange, also in 5,20 m Entfernung vom Boden rechtwinklich zur Axe der Stange wirkenden Zuge halten die verschiedenen Stärken der Masten folgende Beanspruchung aus. Für den Mast von einem Eigengewicht von

83 kg	254 kg Zug.
89 -	308 - -
115 -	408 - -
134 -	507 - -
154 -	612 - -

Zum Aufrichten der Stange dient das in Fig. 122 abgebildete Dreibein *D* mit der an Seilen, welche über die Rollen *r*, *r* gehen, befestigten Klaue *k*. Mittels der in Fig. 123 dargestellten Vorrichtung wird, nachdem der Mast mit Hülfe des Dreibeins in den Sockel *S* eingesetzt ist, die Stange *T* concentrisch gestellt und hierauf das aus Schwefel und Eisenoxydmischung bestehende geschmolzene Bindemittel in den zwischen

beiden vorhandenen Zwischenraum eingegossen. Zwei um ein Gelenk drehbare Bänder *b* werden mit dem Schraubengriff g_1 um das obere Ende des Sockels festgelegt; durch Stellen der Schrauben *r* kann alsdann ein schnelles und sicheres Einstellen des Mastes erfolgen.

Die Theile dieser eisernen Stange sind so geformt, dass dieselben die möglichsten Erleichterungen für den Transport bieten, indem zunächst die Sockelplatten flach auf einander gelegt sehr wenig Raum einnehmen und die Rohre einfach aufgestapelt werden können. Ferner ist das Gewicht der einzelnen Stücke so bemessen, dass der Transport derselben im Gebirge durch Lastthiere leicht erfolgen kann.

Anmerkung 9. Im October 1879 wurden die Wiener Stadtleitungen (vgl. S. 84) in die Erde versenkt. Von dem Franz-Josephs-Quai aus, bis wohin die bisherige oberirdische Führung der Leitungen beibehalten wurde, wurden dieselben in einer Linie mit 11 siebenadrigen und 1 einadrigen Kabel bis zur Radetzky-Brücke geleitet; von da aus theilt sich dieselbe in zwei Theile, deren einer mit 8 siebenadrigen und dem einadrigen Kabel nach dem Rennwege, deren anderer mit 3 siebenadrigen Kabeln nach der Franzenskettenbrücke führt. Die Entfernung Franz-Josephs-Quai, Radetzkybrücke, Rennweg beträgt 3425 m, die des Zweiges Radetzkybrücke, Franzenskettenbrücke 688 m. Die siebenadrigen Kabel haben eine Gesammtlänge von 33 295 m, das einadrige eine solche von 4889 m. Der Leiter der siebenadrigen Kabel besteht aus 7 zusammengedrehten 0,6 mm starken Kupferdrähten, welche bis zu einem Durchmesser von 5 mm mit Guttapercha-Umhüllung umgeben sind. Die 7 einzelnen Kabeladern sind zunächst durch ein getheertes Wollenband, dann durch eine Lage von, vor dem Theeren in schwefelsaurer Kupferlösung getränktem Hanf und dann abermals durch ein getheertes Wollenband geschützt. Die Leitungsfähigkeit der Kupferdrähte beträgt bei 14° C. 91,2 bis 95,5 % derjenigen des reinen Kupfers, der Isolationswiderstand bei 20° C. 1152 bis 3137 Millionen S. E. für 1 Kilometer, die Ladungscapacität 0,21 bis 0,25 Microfarad für 1 Kilometer; das Gewicht des Kabels, welches in Längen von 500 m hergestellt wurde, war 390 kg für 1 Kilometer. Die Kabel wurden in eine durchschnittliche Tiefe von 1,8 m in hölzernen Kästen verlegt, welche mit Beton ausgegossen wurden. Der Kabelkasten für den Hauptstrang hat 160 mm lichte Breite und 120 mm lichte Höhe und ist aus 35 mm starken Bohlen aus Rothlärchenholz unter grosser Vorsicht in der Weise zusammengefügt, dass kein Befestigungsdrahtstift, bezw. keine Holzschraube in das Innere des Kastens eindringen konnte. In den Kästen wurden die Kabel durch Holzschablonen in gehörige Abstände — 38 mm von Kabelmitte zu Kabelmitte — gebracht, und hierauf mit der aus 1 Theil Beoscimer Cement und 2 Theilen gesiebtem Donausande bestehende Betonmasse vergossen. Bei Ueberführung der Kabel über die Franzenskettenbrücke wurde ein Eisenschutzkasten von 1,5 mm Wandstärke, welcher mit gesiebter Steinkohlenasche angefüllt wurde, verwandt. Am Anschlusspunkte der unterirdischen an die oberirdischen Linien sind etwa 3 m hohe, 1,90 m × 1 m lichte Weite habende Häuschen erbaut, auf deren Dach der Endpfosten letzterer angebracht ist. Derselbe ist hohl gebildet, und die zu den Kabelleitungen führenden Verbindungsdrähte sind in der üblichen Weise durch Isolirtrichter eingeführt. Es fällt auf, dass bei dieser Anlage die veraltete Blitzableiterconstruction, welche darin besteht, vor der zu schützenden Strecke einen kurzen dünnen Draht einzuschalten, welcher beim Durchgange des Stromes schmelzen und so die Verbindung unterbrechen soll, wieder Anwendung fand.

Die Gesammtkosten der Anlage belaufen sich auf etwa 61 000 fl. Ö. W., welcher Preis ein vergleichsweise sehr geringer ist; es muss dahin gestellt werden, wie sich die Anlage in Zukunft bewähren wird. Bei Reparaturen von Fehlern, deren Auftreten bei einer so bedeutenden Gesammtlänge der Leitungen von über 200 Kilometern gewiss nicht als unmöglich



ausgeschlossen werden kann, steht in Frage wie beim Oeffnen der Kästen und Freilegen der Kabel auf grössere Längen, welches dann unvermeidlich stattfinden muss, die Sicherheit der gesammten Anlage gewährleistet werden kann, und aus diesem Gesichtspunkte scheint die Ersparniss jedweden Eisenschutzes der einzelnen Kabel eine im hohen Grade bedenkliche. Diese Anlage ist in der Elektrotechnischen Zeitschrift, 1. Jahrgang; Berlin, 1880; S. 135 eingehend besprochen.

B. Die Herstellung der oberirdischen Telegraphenlinien.

§. 4.

Construction der Leitungen und Gestänge.

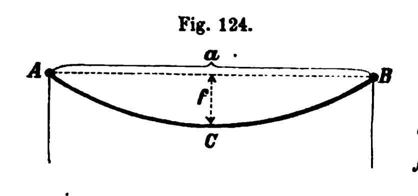
I. **Anforderungen.** Die Sicherheit des telegraphischen Betriebes auf den oberirdischen Linien hängt im Wesentlichen davon ab, dass die Leitungen und Gestänge solid und dauerhaft erbaut sind, so dass sie für alle Fälle den sie bedrohenden äusseren Einflüssen mit der erforderlichen Sicherheit Widerstand zu leisten vermögen. Für die in jedem einzelnen Falle zu treffenden Anordnungen lassen sich aber kaum mit der wünschenswerthen Allgemeinheit Regeln festlegen; denn die aus den örtlichen Verhältnissen sich ergebenden Bedingungen, welche gebührende Berücksichtigung finden müssen, sind zu zahlreiche und mannigfaltig wechselnde. Dagegen können in einer allgemeineren Betrachtung über die Festigkeit der Leitungen und Gestänge diejenigen Hauptgesichtspunkte hervorgehoben werden, welche ein Urtheil darüber gestatten, ob die Widerstandsfähigkeit der Construction im Einzelfalle genügend sei, und ob die Linie unter den gegebenen Verhältnissen noch die genügende Sicherheit zu bieten im Stande sei. Es kann aber bei der statischen Behandlung der Leitungen und Gestänge nicht in der Absicht liegen, den Gegenstand aus dem Grunde und erschöpfend behandeln zu wollen, denn obwohl Blavier, Ludewig, Rother, Merling u. A. denselben in verdienstlicher Weise behandelt haben, findet sich doch in der Literatur noch keine die Construction der Telegraphenlinien im vollen Umfange behandelnde, alle einzelnen Fälle gebührend berücksichtigende theoretische Bearbeitung. Die nachfolgende Betrachtung, welche an die obengenannten Arbeiten anknüpft, soll sich daher nur auf übliche Maassverhältnisse des praktischen Linienbaues beschränken und lediglich den Hinweis auf die im allgemeinen zu beachtenden Umstände geben. An der Hand dieser mehr qualitativen Behandlung können zwar einige für die Beurtheilung des Materials im Allgemeinen werthvolle Daten erlangt werden, die Bestimmung der zweckmässigsten für

gegebene Verhältnisse zu wählenden Constructionen aber muss einer gründlicheren Untersuchung vorbehalten bleiben.

a. Spannung in den Leitungsdrähten.

II. **Spannung und Durchhang.** Der zwischen zwei gleich hohen, festen Punkten A und B aufgehangene Telegraphendraht (Fig. 124) bildet eine Kettenlinie.

Fig. 124.



Bezeichnet:

a die Entfernung der Aufhängungspunkte, — den Abstand der Telegraphenstangen —,

l die Länge des Drahtes ACB,

f die Pfeilhöhe, — den Durchhang des Drahtes —,

g das Gewicht der Längeneinheit und

S die Spannung des Drahtes am tiefsten Punkte der Curve,

dann ist angenähert[1]):

$$1) \quad \ldots\ldots \quad f = \frac{ga^2}{8S},$$

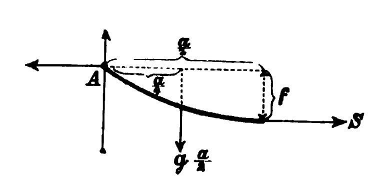
und demnach

$$2) \quad \ldots\ldots \quad S = \frac{ga^2}{8f}.$$

Unter der Voraussetzung, dass der Durchhang im Verhältniss zum Stangenabstande klein sei (dies darf, da f in der Regel nicht mehr als 1% von a beträgt, angenommen werden), kann die Curve, welche der Draht bildet, als Parabel angesehen werden. Die Bogenlänge l, die Länge des Drahtes, bestimmt sich dann aus dem Stangenabstande a und der Pfeilhöhe f, mit der für die Praxis genügenden Genauigkeit, als:

$$3) \quad \ldots\ldots \quad l = a + \frac{8f^2}{3a} = a + \frac{g^2a^3}{24S^2}.$$

Fig. 125.



[1]) Die Formel 1) giebt das erste Glied der Reihe, in welche sich der aus der Gleichung für die Kettenlinie sich ergebende Werth für f verwandeln lässt; vergl. Blavier, Nouveau Traité de Télégraphie électrique; Paris, 1867; Bd. 2, S. 462. — Die Betrachtung des halben Systems, Fig. 125, ergiebt (für den Drehpunkt A) die Momentengleichung:

$$Sf = \frac{ga^2}{8}.$$

Aus Formel 2) ergiebt sich, dass die Spannung im Drahte mit dem Quadrate der Entfernung der Aufhängungspunkte wächst, dagegen mit wachsendem Durchhang im einfachen Verhältnisse abnimmt.

Die Spannung S' an irgend einem Punkte des Drahtes ist gleich der Spannung S am tiefsten Punkte desselben, vermehrt um das Gewicht einer Länge Drahtes, welches der Lothhöhe des betreffenden Punktes über dem tiefsten Punkte der Curve gleichkommt, und ist daher an den Aufhängungspunkten:

4) . . . . $S' = S + gf$;

dieselbe wird nach obigen Formeln ein Minimum[2]) für

5) . . . . $f = \frac{a}{\sqrt{8}} = \frac{a}{2{,}828}$.

Derselben Quelle (Bd. 2, S. 47) ist nachfolgende Tabelle (s. S. 92) für die Durchhänge von Eisendrähten, welche verschiedenen Abständen der Aufhängungspunkte und verschiedenen Spannungen entsprechen, entnommen. Das Gewicht eines Meters Eisendraht ist hierbei angenommen:

bei	1	mm	Durchmesser	zu	0,0063 kg
-	2	-	-	-	0,025 -
-	2,5	-	-	-	0,039 -
-	3	-	-	-	0,056 -
-	4	-	-	-	0,100 -
-	5	-	-	-	0,156 - [3]).

Diese Tabelle ergiebt beispielweise für den Draht von 5 mm Durchmesser bei Annahme einer Spannung desselben von $S = 200$ Kilogramm und einem Abstande der Aufhängungspunkte von $a = 75$ m einen Durchhang von $f = 0{,}55$ m.

Um zu verhüten, dass durch den Wind Verschlingungen in den Leitungsdrähten herbeigeführt werden können, ist es wünschenswerth, dieselben möglichst straff zu spannen; es darf jedoch diese Spannung eine gewisse Grenze nicht überschreiten, wenn eine genügende Sicherheit gegen das Reissen der Drähte vorhanden sein soll. Als Maximalspannung im Drahte nimmt man einen Bruchtheil der Festigkeit desselben (s. S. 17) gewöhnlich $\frac{1}{3}$ derselben an. Die Sicherheit von $\frac{1}{3}$ genügt in diesem Falle deshalb, weil bei stärkerer Belastung des weichen

---

[2]) Blavier, (Nouveau Traité, 2, 464) findet das Minimum bei $f = \frac{a}{3}$, $S = \frac{ga}{2{,}4}$ und $S' = \frac{3ga}{4}$; diese Werthe genügen aber nicht der Gleichung 1).

[3]) Genauer beträgt das Gewicht eines Meters 5 mm Durchmesser starken Eisendrahtes 0,153 kg.

Durchmesser des Drahtes in Millimetern.	Spannung des Drahtes in Kilogrammen. $S =$												
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20
2	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	48	60	80
2,5	6	13	19	25	31	38	44	50	56	63	75	94	125
3	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	108	135	180
4	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	192	240	320
5	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	300	375	500

Bei einem Abstande der Aufhängungspunkte in Metern $a =$	Durchhang obigen Spannungen entsprechend in Metern. $f =$												
40	1,25	0,63	0,41	0,31	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,10	0,08	0,06
50	1,95	0,98	0,65	0,49	0,39	0,33	0,28	0,24	0,22	0,19	0,16	0,13	0,10
75	4,40	2,19	1,46	1,09	0,87	0,73	0,63	0,55	0,49	0,44	0,36	0,29	0,22
85	5,68	2,82	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81	0,70	0,63	0,56	0,47	0,37	0,28
100	7,88	3,91	2,60	1,96	1,56	1,30	1,11	0,98	0,87	0,78	0,65	0,51	0,39
150	17,90	8,80	5,86	4,39	3,52	2,93	2,51	2,19	1,95	1,75	1,46	1,17	0,88
200	32,30	15,75	10,44	7,81	6,21	5,21	4,46	3,90	3,47	3,12	2,60	2,08	1,56
250	51,30	24,70	16,36	12,25	9,76	8,12	7,00	6,13	5,43	4,88	4,07	3,25	2,44
300	75,70	35,80	23,70	17,70	14,12	11,75	10,06	8,80	7,82	7,04	5,86	4,70	3,52
400	142,00	64,50	42,30	31,50	25,10	20,90	17,90	15,65	13,90	12,51	10,42	8,33	6,25
500	237,00	102,60	66,50	49,40	39,30	32,75	27,90	24,49	21,76	19,57	16,30	13,02	9,78
600	374,00	151,20	96,80	71,60	57,00	47,20	40,40	35,30	31,40	28,20	23,50	18,80	14,07
800	818,00	284,00	176,00	129,00	102,00	84,50	71,30	63,00	56,90	50,30	41,80	33,40	25,00
1000	1664,00	477,00	284,00	205,00	161,00	135,00	113,40	98,65	87,60	78,75	65,45	52,25	39,10

Drahtes eine entsprechende Dehnung und in Folge dessen eine Verminderung der Spannung in demselben eintritt. Es berechnet sich somit die zulässige Maximalspannung für Eisendraht auf:

bei	1 mm	Durchmesser	zu	rund	10 kg
-	2 -	-	-	-	40 -
-	2,5 -	-	-	-	65 -
-	3 -	-	-	-	95 -
-	4 -	-	-	-	165 -
-	5 -	-	-	-	260 -

Für den Draht von 5 mm Durchmesser berechnet sich hiernach der Minimaldurchhang f bei der zulässigen Maximalspannung $S = 266$ kg nach 1) für die verschiedenen Stangenentfernungen a wie folgt:



für	a =	100 m	f =	0,74 m	
-	-	75 -	-	0,41 -	
-	-	70 -	-	0,36 -	
-	-	65 -	-	0,31 -	
-	-	60 -	-	0,26 -	
-	-	55 -	-	0,22 -	
-	-	50 -	-	0,18 -	

Bei Annahme einer Maximalspannung im Drahte von $\frac{1}{4}$ der Festigkeit, $S = 195$ kg, würden dagegen die Minimaldurchhänge entsprechend grösser zu wählen sein und zwar:

für	a =	100 m	f =	0,98 m	
-	-	75 -	-	0,55 -	
-	-	70 -	-	0,48 -	
-	-	65 -	-	0,41 -	
-	-	60 -	-	0,35 -	
-	-	55 -	-	0,29 -	
-	-	50 -	-	0,24 -	

III. **Temperatureinfluss.** Temperaturveränderungen beeinflussen dadurch, dass sie eine Aenderung der Länge des Leitungsdrahtes hervorrufen, den Durchhang und in Folge dessen die Spannung, welche im Drahte vorhanden ist. Soll daher bei eintretender Minimaltemperatur eine Maximalspannung im Drahte nicht überschritten werden können, so muss bei Anbringung der Leitung die obwaltende Temperatur Berücksichtigung finden und der Durchhang dem entsprechend gewählt werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Draht selbst elastisch ist, und dass in Folge dessen die Veränderung der Spannung gleichfalls eine Längenveränderung im Drahte hervorbringt.

Ist ε die elastische Längenveränderung der Länge l des Leitungsdrahtes vom Querschnitte q unter Einwirkung der Spannung S, und bezeichnet E den Elasticitätsmodul des Materials, dann ist

$$\varepsilon = \frac{lS}{Eq}.$$

Unter Einwirkung einer Temperaturänderung, beispielsweise einer Zunahme derselben um t°, wird, wenn λ die Wärmeausdehnung der Längeneinheit des Materials bei 1° C. bezeichnet, die Länge l des Drahtes sich um $\lambda\, t\, l$ verlängern, der Draht mithin nach der Temperaturzunahme die Länge:

$$l_1 = l + l\lambda t = l(1 + \lambda t)$$

annehmen. Hierbei nimmt die Spannung von S auf S_1 ab, und die entsprechende elastische Längenveränderung ε_1 wird:

$$\varepsilon_1 = \frac{S_1\, l(1 + \lambda t)}{E\, q}.$$

Setzt man in die Gleichungen für ε und ε_1 die Werthe ein, welche Formel 2) für S und S_1 giebt, und berücksichtigt, dass für l bezw. $l\,(1 + \lambda\, t)$ ohne merklichen Fehler der Stangenabstand a gesetzt werden kann, so erhält man, wenn man die Differenz beider Werthe:

$$\varepsilon - \varepsilon_1 = \frac{g\,a^3}{8\,Eq}\left(\frac{1}{f} - \frac{1}{f_1}\right)$$

bildet, die elastische Verkürzung des Drahtes in Folge der Abnahme der Spannung. Dieser Werth ist von der durch die Temperaturzunahme hervorgerufenen Verlängerung des Drahtes l_1 abzuziehen, und es ergiebt sich somit die thatsächliche Länge, welche der Draht unter gemeinsamer Wirkung der Längenzunahme und der Spannungsabnahme annimmt, welche l_2 genannt werden möge zu:

$$6) \quad \ldots\ldots \quad l_2 = l\,(1 + \lambda\, t) - \frac{g\,a^3}{8\,Eq}\left(\frac{1}{f} - \frac{1}{f_1}\right).$$

Für die Praxis ist nun die Bestimmung der Länge selbst nicht wesentlich, es handelt sich vielmehr darum, den dem Drahte zu gebenden Durchhang zu wissen, welcher einer bestimmten Temperaturzunahme entspricht. Bezeichne f_1 diesen Durchhang, so kann die demselben entsprechende Länge l_2 nach 3) durch:

$$l_2 = a + \frac{8 f_1^2}{3\,a}$$

ausgedrückt werden, und man erhält die Beziehung zwischen den Durchhängen vor und nach der Temperaturzunahme mit:

$$a + \frac{8 f_1^2}{3\,a} = l\,(1 + \lambda\, t) - \frac{g\,a^3}{8\,Eq}\left(\frac{1}{f} - \frac{1}{f_1}\right),$$

oder entwickelt und nach f_1 geordnet

$$7) \quad \ldots \quad f_1^3 + f_1\left(\frac{3\,a^4 g}{64\,Eq\,f} - f^2 - \frac{3\,a^2 \lambda\, t}{8} - f\,\lambda\, t\right) - \frac{3\,g\,a^4}{64\,E\,q} = 0.$$

Der Elasticitätsmodul ist für Eisen:

$$E = 2\,000\,000$$

der Wärmeausdehnungscoefficient desselben Materials für 1° C.

$$\lambda = 0{,}00001235.$$

Wird nun — 25° C. als Minimal- und + 35° C. als Maximaltemperatur angenommen, so berechnen sich die Durchhänge, welche den von 10 zu 10° C. steigenden Temperaturzunahmen entsprechen, aus dem für die Minimaltemperatur nach Obigem bestimmten Durchhängen f, für die verschiedenen Stangenentfernungen a wie folgt:

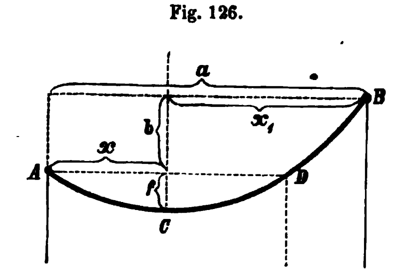


Temperatur in Graden Celsius.	Durchhang für einen Abstand der Stangen von			
	100 m	75 m	60 m	50 m
° C.	m	m	m	m
— 25	0,74	0,41	0,26	0,18
— 15	0,83	0,48	0,32	0,21
— 5	0,94	0,56	0,38	0,24
+ 5	1,05	0,645	0,46	0,28
+ 15	1,17	0,74	0,52	0,32
+ 25	1,31	0,84	0,60	0,37
+ 35	1,45	0,95	0,69	0,42

IV. **Ungleiche Höhen der Stützpunkte und ungleiche Spannweiten.** Die Curve, welche der Leitungsdraht bildet, kann auch in dem Falle noch als Parabel betrachtet werden, wenn die Stützpunkte ungleiche Höhen haben. Der tiefste Punkt des Drahtes liegt aber alsdann nicht mehr in der Mitte, sondern um so näher am tiefer gelegenen Stützpunkte, je grösser die Höhendifferenz ist. Beträgt die Höhendifferenz der Stützpunkte mehr als der Durchhang des Drahtes, so bildet der tiefer gelegene Stützpunkt selbst den tiefsten Punkt der Curve.

Es handelt sich nun darum, für grosse Spannweiten, bei welchen die Durchhänge beträchtlicher werden, den Ort des tiefsten Punktes der Drahtleitung durch Rechnung zu bestimmen. Denn um Gegenständen, mit welchen der Draht nicht in Berührung kommen soll, auszuweichen, wird es nothwendig, die Höhen der Stützpunkte entsprechend zu wählen, ausserdem ist die Bestimmung des dem Drahte zu gebenden, der zulässigen Maximalspannung entsprechenden Durchhanges erforderlich.

Fig. 126.



Es sei ACB (Fig. 126) der beispielsweise über ein Flussthal geführte Leitungsdraht. Die Entfernung der Aufhängungspunkte A und B sei gleich a, ihre Höhendifferenz b, die Entfernung der durch den tiefsten Punkt der Curve C gehenden Senkrechten von den Aufhängungspunkten werde bezw. x und x_1 genannt; dann ist[4])

[4]) Vgl. Blavier, Nouveau Traité, 2, 467.

$$x = \frac{g a^2 - 2 S b}{2 g a},$$

$$x_1 = \frac{g a^2 + 2 S b}{2 g a}.$$

Die erhaltene Entfernung x dient alsdann zur Berechnung der Pfeilhöhe f, indem man sich bei D einen ideellen Stützpunkt denkt und den Durchhang des Drahtes ACD nach Formel 1) ermittelt.

Es werde z. B. eine Spannweite $a = 600$ m, eine Höhendifferenz $b = 40$ m, eine Spannung $S = 200$ kg und ein Gewicht der Längeneinheit des Drahtes $g = 0{,}153$ kg angenommen, dann ist:

$$x = \frac{0{,}153 \,.\, 600^2 - 2 \,.\, 200 \,.\, 40}{2 \,.\, 0{,}153 \,.\, 600} = 213 \text{ m},$$

$$x_1 = 387 \text{ m},$$

$$f = \frac{0{,}153 \,.\, (2 \,.\, 213)^2}{8 \,.\, 200} = 17{,}3 \text{ m}.$$

Bei ungleichen Spannweiten der Drähte, welche in der Praxis nicht vermieden werden können, ist zu berücksichtigen, dass der Draht in den kleineren Stangenabständen im Allgemeinen eine grössere Spannung erhält. Diese Unterschiede werden durch die Gewichte der in den einzelnen Abständen befindlichen Drahtlängen hervorgerufen. Unter gewöhnlichen Verhältnissen hat dies keine Bedeutung, da das Eigengewicht der Drähte gegen die in denselben vorhandene Spannung vernachlässigt werden darf. Treten aber Schnee und Eisbelastungen hinzu, so kann der Unterschied leicht gross genug werden, um den Drahtbruch im kürzeren Abstande herbeizuführen. Da nun kleinere Stangenabstände meist an solchen Punkten sich vorfinden, an denen eine besondere Sicherung der Leitungen gegen Bruch erwünscht ist, wie z. B. an Bahn- und Wegüberleitungen, so ist auf diesen Umstand besonders Rücksicht zu nehmen und durch Einschieben von Stangen Abhülfe in der Weise zu schaffen, dass die Stangenabstände, nach dem kürzesten zur Ueberführung dienenden hin, sich nach und nach und nicht plötzlich zu beiden Seiten derselben erheblich vergrössern.

b. Festigkeit der einfachen Gestänge.

Die Gestänge müssen eine solche Festigheit haben, dass sie das dieselbe belastende Gewicht mit der nöthigen Sicherheit zu tragen im Stande sind, gleichzeitig aber auch den seitlich auf sie einwirkenden Kräften, welche ein Umbiegen bezw. Umbrechen der Stange verursachen können, genügenden Widerstand leisten. Es lassen sich mithin vertical und horizontal gerichtete, an der Stange angreifende Kräfte unterscheiden, welche hier getrennt betrachtet werden mögen.

V. **Vertical wirkende Kräfte.** Nennt man:

P die im Punkte o, Fig. 127, der Telegraphenstange in der Richtung der Axe wirkende Last, welche ein Zerknicken der Telegraphenstange gerade herbeiführen würde,

h die Entfernung, in welcher dieselbe vom Fusspunkte der Stange angreift,

so ist, wenn ferner

E den Elasticitätsmodul des Materials der Stange,

J das Trägheitsmoment des Querschnittes derselben bezeichnet:

Fig. 127.

$$8) \quad \ldots\ldots\ldots \quad P = \frac{E J \pi^2}{4 h^2}.$$

Der Elasticitätsmodul ist durchschnittlich:

für Holz	$E = 110\,000$	Kilogramme für den Quadratcentimeter.
für Gusseisen . .	$E = 1\,000\,000$	
für Schmiedeeisen .	$E = 2\,000\,000$	

Das Trägheitsmoment ist:

für den kreisförmigen Querschnitt vom Durchmesser d

$$J = \frac{\pi d^4}{64},$$

für den ringförmigen Querschnitt vom äussern Durchmesser D und vom innern d

$$J = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4),$$

für den rechteckigen Querschnitt von der Höhe a und von der Breite b

$$J = \frac{b a^3}{12},$$

für den quadratischen Querschnitt von der Seitenlänge a

$$J = \frac{a^4}{12}.$$

Von jener theoretisch zulässigen Last P darf aber zur Erreichung der erforderlichen Sicherheit nur ein gewisser Bruchtheil $\frac{1}{n}$ angenommen werden, der um so geringer zu wählen ist, je weniger zuverlässig das Material ist. Somit ist die im Allgemeinen zulässige Belastung

$$9) \quad \ldots\ldots\ldots \quad P = \frac{1}{n} \cdot \frac{E J \pi^2}{4 h^2},$$

und es wird hierbei für $\frac{1}{n}$

bei Holz etwa $\frac{1}{10}$

bei Gusseisen etwa $\frac{1}{8}$

bei Schmiedeeisen etwa $\frac{1}{6}$

gerechnet.

Es soll nun eine 7 m lange, vorschriftsmässig auf $\frac{1}{5}$ ihrer Länge, 1,40 m, eingegrabene hölzerne Telegraphenstange von 15 cm Zopfstärke betrachtet werden, welche mit 14 je 0,5 cm starken Eisendrahtleitungen belastet sein soll. Die Leitungen seien zur Hälfte an jeder Seite der Stange in der üblichen Weise mit wechselständigen, in je 24 cm Abstand von einander befindlichen, gleichweit ausladenden Stützpunkten befestigt. Die Entfernung h, in welcher die Gesammtlast angreifend gedacht werden kann, ist alsdann das arithmetische Mittel der Abstände der Einzellasten vom Fusspunkte der Stange, in diesem Falle rund 400 cm. Der am stärksten beanspruchte Querschnitt, der Querschnitt des Fusspunktes, hat 20 cm Durchmesser. Dann ist, Alles in Centimetern und Kilogrammen ausgedrückt:

$$P = \frac{1}{10} \cdot \frac{110\,000 \cdot \frac{20^4 \pi}{64} \cdot \pi^2}{4 \cdot 400^2} = \text{rund } 1300 \text{ kg}.$$

Stehen die mit 14 Leitungen belasteten Stangen in einer Entfernung von 75 m und wiegt der laufende Meter 0,5 cm starken Eisendrahtes 0,153 kg, so beträgt unter Zurechnung des Eigengewichtes der Stange, sowie der zur Befestigung der Leitungsdrähte dienenden Isolatoren nebst Stützen, die auf jede Stange der Linie unter gewöhnlichen Verhältnissen entfallende Gesammtlast etwa 250 kg, es würde also die zulässige Belastung des Gestänges bei Weitem nicht erreicht werden. Tritt aber das Gewicht von Eisablagerungen, welche sich auf den Leitungsdrähten bilden, hinzu, so kann die zulässige Belastung bei einer grösseren Anzahl von Leitungen am Gestänge sehr wohl erreicht, wenn nicht überschritten werden. Denn diese Eisablagerungen kommen unter Umständen bis zu einem Gewichte von 2, 3 und mehr Kilogrammen, nach Einigen bis zu 6 Kilogrammen f. d. laufenden Meter vor, und es wird hierbei (während der Leitungsdraht die hinreichende Festigkeit besitzt) schon bei einem 8 bis 10 Leitungen als Unterstützung dienenden Gestänge ein Zusammenbrechen der Stangen befürchtet werden müssen. Diese Gefahr wird um so grösser, je schwieriger es ist, die Stangen in die genau lothrechte Stellung zu setzen. Hieraus ergiebt sich im Allgemeinen die Nothwendigkeit, in gebirgigen Gegenden, oder wo sonst diese Eisbildungen beobachtet werden, die Stangenabstände kleiner, bezw. die Stangen widerstandsfähiger, d. h. stärker zu wählen.

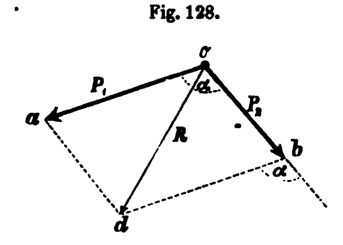
VI. **Horizontal wirkende Kräfte.** Der Druck des Windes auf Gestänge und Leitungen und der Zug, welchen die Spannung in den Leitungsdrähten auf die Stangen da äussert, wo dieselben in Winkeln stehen oder die Leitungen in Kurven geführt werden müssen, sind Kräfte, welche annähernd normal zur Axe der Stangen angreifend wirken und dieselben umzubrechen streben.

Der grösste im mitteleuropäischen Klima vorkommende Winddruck beträgt f. d. Quadratmeter normal getroffener, ebener Fläche etwa 125 Kilogramm. Stangen sowohl wie Leitungen bieten nun dem Winde nicht ebene sondern cylindrische Flächen dar. Die Wirkung, welche der Wind auf diese äussert, ist gleich $\frac{2}{3}$ desjenigen Druckes, den er auf die verticalen Schnittflächen derselben ausüben würde.

Für die oben als Beispiel gewählte Telegraphenstange von 5,6 m freier Länge und 0,18 m mittlerem Durchmesser, welche mit 14 je 75 m langen, 0,005 m Durchmesser habenden Leitungen belastet war, beträgt die Projection der gesammten vom Winde getroffenen Cylinderflächen 6,3 qm, und demnach würde der auf dieselbe wirkende Winddruck im Maximum $\frac{2}{3} \,.\, 125 \,.\, 6{,}3 = 525$ kg betragen. Dieser Druck wirkt annähernd normal zur Axe der Stange und wird durch eine Summe parallel wirkender horizontal gerichteter Kräfte hervorgebracht, welche durch eine einzige im arithmetischen Mittel ihrer Abstände vom Fusspunkte der Stange angreifende Einzelkraft ersetzt gedacht werden können.

Die zweite der horizontal wirkenden Kräfte ist der Zug der Leitungsdrähte in Winkelpunkten. Stehen die Stangen, welche den Leitungen als Unterstützung dienen, in gerader Linie, so verursacht die in den Leitungsdrähten vorhandene Spannung keine Biegung derselben. Die Leitungsdrähte bringen alsdann nur den bereits oben behandelten, durch ihr Gewicht bedingten verticalen Druck hervor, welcher in der Richtung der Axe der Stange wirkt und sich auf den Querschnitt derselben gleichmässig vertheilt. Befindet sich aber die Stange bezw. der Stützpunkt in einem Winkel, welchen die Leitungen bilden, so wirkt ausserdem eine von der Stärke der Spannung und von der Grösse des Winkels abhängige horizontale Kraft auf den Träger in der Weise ein, dass sie denselben in einer zwischen die Schenkel dieses Winkels fallenden Richtung zu biegen, bezw. umzubrechen bestrebt ist.

Fig. 128.



Sei o (Fig. 128) der Stützpunkt zweier im Winkel geführten Leitungen, deren Spannungen P_1 und P_2 in Grösse

und Richtung durch die Linien $\overline{oa}$ und $\overline{ob}$ dargestellt werden, so ist nach bekanntem Grundsatze die beide ersetzende Kraft R — die Resultante — in Grösse und Richtung gleich der Diagonale des Parallelogrammes $oadb$, also

$$R = \overline{od}.$$

Bezeichnet α den von den Leitungsdrähten eingeschlossenen Winkel aob, so ist

$$10) \quad R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2 P_1 P_2 \cos \alpha},$$

und, wenn beide Spannungen gleich sind, also $P_1 = P_2 = S$, wird

$$R = \sqrt{2 S^2 + 2 S^2 \cos \alpha}$$
$$= S \sqrt{2 (1 + \cos \alpha)}$$
$$= S \sqrt{4 \cos^2 \frac{\alpha}{2}},$$

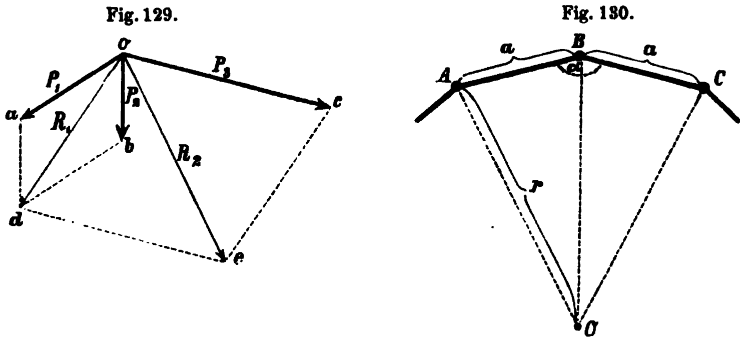
demnach

$$11) \quad R = 2 S \cos \frac{\alpha}{2}.$$

VII. **Die Ermittelung der Resultante** erfolgt am einfachsten durch Construction und wird zumeist am Standorte der Stange selbst vorgenommen. Man trägt alsdann auf den Schenkeln des Winkels, welchen die Leitungsdrähte bilden, die Kräfte P_1 und P_2 nach einem beliebigen Maassstabe auf und zeichnet das Parallelogramm. Die Diagonale od, mit demselben Maassstabe gemessen, giebt dann unmittelbar die Resultante an.

Wirken mehrere Spannungen $P_1, P_2, P_3 \ldots$ auf einen und denselben Träger in verschiedenen Richtungen oa, ob, $oc \ldots$ ein, so kann man die

Fig. 129. Fig. 130.



gemeinsame Resultante R_n gleichfalls mittelst Construction bestimmen, indem man zunächst die Resultante der Spannungen P_1 und P_2 mit $od = R_1$ bildet, aus dieser und P_3 die Resultante R_2 und so fort, bis die gemeinsame Resultante R_n erhalten wird (Fig. 129).

VIII. Seien ferner A, B, C (Fig. 130) die Standorte der in einer Curve vom Radius r in einer Entfernung von $\overline{AB} = \overline{BC} = a$ aufge-

stellten Telegraphenstangen, und bilden die an denselben befestigten Leitungen einen Winkel $ABC = \alpha$. Alsdann ist

$$\cos\frac{\alpha}{2} = \frac{a}{2r},$$

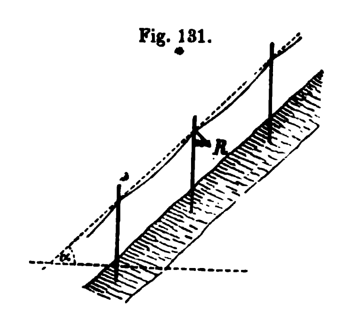
mithin der Winkel, welchen die Leitungen bilden, aus Curvenradius und Stangenabstand einfach zu berechnen. Umgekehrt bestimmt sich auch der Stangenabstand aus gegebenem Curvenradius und Winkel mit

$$12) \quad a = 2r \cdot \cos\frac{\alpha}{2}.$$

Für letztere Berechnung ist ebenso wie für die Bestimmung der Resultante aus der in den Leitungsdrähten vorhandenen Spannung (s. Formel 11)) der Faktor $2\cos\frac{\alpha}{2}$ erforderlich, derselbe ist in nachfolgender Tabelle für die entsprechenden Winkel gegeben.

α	$2\cos\frac{\alpha}{2}$	α	$2\cos\frac{\alpha}{2}$
180°	0,000	150°	0,518
179	0,017	140	0,684
178	0,035	130	0,845
177	0,052	120	1,000
176	0,070	110	1,147
175	0,087	100	1,286
174	0,105	90	1,414
173	0,122	80	1,532
172	0,140	70	1,638
171	0,157	60	1,732
170	0,174	50	1,813
169	0,192	40	1,879
168	0,209	30	1,932
167	0,226	20	1,970
166	0,244	10	1,992
165	0,261	0	2,000
160	0,347	—	—

Fig. 131.



IX. Werden die Leitungen (Fig. 131) in einer zur Horizontalen geneigten Richtung geführt, wie dies bei Ueberwindung von Höhenunterschieden der Standorte der Stangen unvermeidlich ist, so wirkt die Spannung der Leitungsdrähte gleichfalls auf Umbrechen der Stangen und zwar in der Ebene der Leitungen. Die Resultante R der

Drahtspannung wirkt dann, die lothrechte Stellung der Stange vorausgesetzt, in einem Winkel α zur Richtung der Stange, welcher dem Neigungswinkel der Leitungen gegen die Horizontale gleich ist.

X. **Widerstandsfähigkeit der Telegraphenstangen.** Den Kräften, die, am oberen Theile der Telegraphenstange angreifend und normal zur Axe wirkend, dieselbe umzubrechen bestreben, muss das Material der Stange die nöthige Widerstandsfähigkeit entgegen setzen.

Fig. 132.

Das grösste Angriffsmoment einer Einzelkraft P (Fig. 132), welche an dem mit einem Ende unwandelbar befestigten Balken — dies ist der Fall bei der Telegraphenstange — rechtwinklich zur Axe derselben angreift, ist an der Befestigungsstelle vorhanden; es hat, wenn h die Länge des Hebelsarmes bezeichnet, an welchem die Kraft wirkt, die Grösse Ph.

Diesem Angriffsmomente widersteht der Balkenquerschnitt mit einem Momente kW, worin W das Widerstandsmoment des Querschnittes und k die zulässige Beanspruchung des Materials für die Querschnittseinheit bezeichnet. Soll das Gleichgewicht nicht gestört werden so muss:

$$13) \quad Ph \leqq kW$$

sein. Es ergiebt sich hieraus die Maximalbeanspruchung k_1 der Stange durch die in horizontaler Richtung wirkende Kraft P als:

$$14) \quad k_1 = \frac{Ph}{W}.$$

Es beträgt das Widerstandsmoment:

für den kreisförmigen Querschnitt vom Durchmesser d

$$W = \frac{\pi d^3}{32},$$

für den ringförmigen Querschnitt vom äusseren Durchmesser D und dem inneren Durchmesser d

$$W = \frac{\pi}{32} \frac{(D^4 - d^4)}{D},$$

für den rechteckigen Querschnitt von der Höhe a und der Breite b

$$W = \frac{b a^2}{6},$$

für den quadratischen Querschnitt von der Seitenlänge a

$$W = \frac{a^3}{6};$$

die zulässige Beanspruchung k des Materials:

für Holz	75	Kilogramme für den Quadratcentimeter.
für Gusseisen . .	250	
für Schmiedeeisen .	750	

Wird nun die Stange gleichzeitig mit der Last V (Fig. 133), welche in der Richtung der Axe wirkt, belastet, so tritt eine weitere Beanspruchung k_2 des Querschnittes der Befestigungsstelle ein; wenn Q den Inhalt dieses Querschnittes bezeichnet, so ist:

Fig. 133.

15) . . . . $k_2 = \frac{V}{Q}$,

und demnach wird die Gesammtbeanspruchung desselben, welche k genannt werden möge,

16) . . . . . . $k = k_1 + k_2 = \frac{Ph}{W} + \frac{V}{Q}$.

Es lassen sich somit die Spannungen, wie sich dieselben, unter gemeinsamer Wirkung beider Kräfte, über den Querschnitt der Stange vertheilen, durch nebenstehende Druckfigur (Fig. 134) darstellen.

Fig. 134.

Nimmt man nach Obigem beispielsweise P als Maximalwinddruck mit 525 kg an, wobei $h = 400$ cm und V als direkt zu tragende Last 250 kg war, so ist, wenn der Durchmesser der Befestigungsstelle $d = 20$ cm, die Beanspruchung des Querschnittes:

$$k = \frac{525 \cdot 400}{\frac{20^3 \pi}{32}} + \frac{250}{\frac{20^2 \pi}{4}} = 267 \text{ kg für den qcm.}$$

Die zulässige Beanspruchung des Querschnittes mit 75 Kilogramm für den Quadratcentimeter würde somit um mehr als das dreifache überschritten[*]).

Die Biegung δ, welche die Stange unter Wirkung der Kraft P erleidet, ist unter Beibehaltung derselben Bezeichnungen:

17) . . . . $\delta = \frac{1}{EJ} \frac{Ph^3}{3}$.

*) Hierbei ist eine Belastung der Leitungsdrähte mit Schnee und Eis, wodurch auch die dem Winddruck gebotene Fläche bedeutend vergrössert werden würde, nicht in Rechnung gezogen. Es würde sich also im ungünstigsten Falle eine noch grössere Beanspruchung ergeben. Die Mittel und Wege dem Gestänge eine entsprechend grössere Festigkeit zu geben, werden weiter unten behandelt werden.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, dass bei einem Abstande der Telegraphenstangen von 75 m eine genügende Sicherheit gegen den Umbruch durch Sturm, bei einer Belastung derselben mit einer grösseren Anzahl von Leitungen, schon auf gerader Strecke und bei einer Höhe derselben von nur 7 m, nicht erreicht werden kann. Die Gefahr des Umbruches muss sich naturgemäss da noch erhöhen, wo zur Erreichung einer beträchtlicheren Höhe der Leitungsdrähte über dem Erdboden die Stangen länger, die Abstände der Leitungen untereinander kleiner gewählt werden, und wo in Curven und Winkelpunkten die Resultante aus dem Zug der Leitungsdrähte sich zu dem Winddruck addirt! Die Führung der Leitungen an aus einfachen Stangen erbauten Gestängen kann daher, wo nicht eine überhaupt sehr geringe Anzahl von (4 bis 6) Leitungsdrähten für die Linie genügt, eine für die dauernde Inbetriebhaltung der telegraphischen Verbindung genügende Sicherheit durchaus nicht bieten.

Für die oben als Beispiel gewählte 7 m lange Telegraphenstange von 20 cm Durchmesser am Fusspunkte würde sich die zulässige Belastung durch eine horizontal wirkende, in der Höhe von 400 cm angreifende Kraft R bei einer zulässigen Beanspruchung $k = 75$ nach 16) wie folgt berechnen:

$$R = \frac{W\left(k - \frac{V}{Q}\right)}{h} = \frac{785\left(75 - \frac{250}{314}\right)}{400} = \text{rund } 145 \text{ kg}.$$

XI. Häufig folgen die Gestänge den **Curven** der Eisenbahnen, und es ist dann von Wichtigkeit, zu wissen, welche Stangenentfernung man der stärkeren oder schwächeren Krümmung der Curve entsprechend zu wählen hat, damit bei einer gewissen Spannung in den Leitungsdrähten die Winkel, welche letztere bilden, nicht spitzer werden als für die Sicherheit des Gestänges zulässig erscheint. Bezeichne R die Resultante aus den Drahtspannungen, dann darf dieselbe nach 13) den Grenzwerth $\frac{kW}{h}$ nicht erreichen. Setzt man daher diesen Grenzwerth in den allgemeinen Ausdruck für R in 11) ein, so erhält man

$$2S \cos\frac{\alpha}{2} = \frac{kW}{h},$$

und hieraus den zulässigen Winkel α durch:

$$18) \quad \cos\frac{\alpha}{2} = \frac{kW}{2Sh}.$$

Da nun nach 12)

$$\cos\frac{\alpha}{2} = \frac{a}{2r},$$

so ist auch

$$\frac{a}{2r} = \frac{kW}{2Sh},$$

und der bei gegebenem Curvenradius — lediglich mit Rücksicht auf die Spannung in den Leitungsdrähten zulässige — Abstand der Stangen ergiebt sich als:

19) . . . . $a = \frac{r\,k\,W}{S\,h}$.

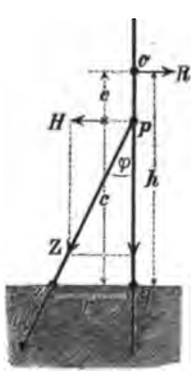
Zur Veranschaulichung dessen, wie weit die einfachen, freistehenden Telegraphenstangen, mit Rücksicht auf die Beanspruchung durch die aus der Spannung der Leitungsdrähte resultirenden horizontal wirkenden Kräfte, von einander entfernt sein dürfen, wenn sie in Curven von verschiedenen Radien die erforderliche Sicherheit noch bieten sollen, mag die folgende Zusammenstellung vorgeführt werden, welche lediglich den Zweck hat, einen Maassstab für die Beurtheilung der Nothwendigkeit der Verstärkung der einfachen Gestänge zu geben. Unter der Voraussetzung, dass die zulässige Maximalspannung im Leitungsdrahte von 0,5 cm Durchmesser 260 kg, die zulässige Beanspruchung des Materials der Stange $k = 75$, das Widerstandsmoment derselben $W = 785$ und $h = 400$ cm sei, würde beispielweise bei einer Belastung der einfachen Stangen mit 6, 10 und 14 Leitungen die Gesammtspannung in denselben bezw. 1560, 2600 und 3640 Kilogramm sein und würden sich die lediglich mit Rücksicht auf den Zug der Leitungsdrähte zulässigen Stangenabstände a aus den verschiedenen Curvenradien r wie folgt berechnen lassen:

Curvenradius $r =$	Maximalabstand $a =$		
	für 6 Ltgn.	für 10 Ltgn.	für 14 Ltgn.
m	m	m	m
300	28	17	12
400	37	23	16
500	47	28	20
600	56	34	24
700	65	40	28
800	75	46	32
900	84	51	36
1000	—	57	40
1100	—	63	44
1200	—	68	48
1300	—	74	52
1400	—	80	56
1500	—	—	60
1600	—	—	64
1700	—	—	68
1800	—	—	72
1900	—	—	76
2000	—	—	80

c. Verstärkung des einfachen Gestänges.

XII. **Der Anker.** Die Verstärkung des Gestänges kann zunächst durch Drahtseile bewirkt werden, welche, am oberen Theile der Stange befestigt, in einer gewissen Entfernung vom Fusspunkte der Stange fest verankert sind. Man nennt diese Art der Verstärkung Anker. Die Fundamentirung des im Boden befindlichen Theiles des Drahtseiles bilden der Regel nach tief eingegrabene Holzklötze — Ankerklötze — und in Ermangelung dieser grosse Feldsteine. Hie und da können vorhandene Festpunkte wie Mauern u. dergl. zur Festlegung des Fusspunktes des Ankers benutzt werden.

Fig. 135.



Es bezeichne nun:

R die im Punkte o, Fig. 135, in der Entfernung h vom Fusspunkte angreifende, horizontal gerichtete Kraft, welche die Stange zu biegen bestrebt,

p den Punkt, an welchem der Anker in einer Entfernung und $\overline{pq} = c$ vom Fusspunkte der Stange befestigt sei,

φ den Winkel, welchen der Anker mit der Stange bildet,

e die Entfernung $\overline{op} = h - c$ des Angriffpunktes der Kraft R vom Angriffspunkte des Ankers,

und es werde im Punkte p eine durch den Anker zu liefernde, horizontal gerichtete Gegenkraft H angreifend gedacht, welche der Kraft R das Gleichgewicht hält. Dann ist annähernd gerechnet

$$Hc = Rh,$$

und daraus

$$H = \frac{Rh}{c}.$$

Dies ist aber, da der Fusspunkt der Stange unwandelbar befestigt ist, nicht genau richtig; es ergiebt sich vielmehr unter Berücksichtigung dieses Umstandes nach den Gesetzen der Elasticitätslehre:

$$20) \quad H = R\left(1 + \frac{3e}{2c}\right).$$

Die Gegenkraft H muss durch den schräg nach unten gehenden Zug Z des Ankers geleistet werden, letzterer daher so gross sein, dass seine Horizontalcomponente gleich H wird, oder

$$21) \quad Z = \frac{H}{\sin\varphi}$$

ist. Die Verticalcomponente H cotg φ fällt in die Längenrichtung der Stange und verursacht eine Beanspruchung des Querschnittes derselben, welche k_2 genannt werden möge und, wenn Q den Inhalt des Stangenquerschnittes vom Durchmesser d bezeichnet,

$$22) \quad \ldots \quad k_2 = \frac{H \operatorname{cotg} \varphi}{Q} = \frac{R\left(1 + \frac{3e}{2c}\right) \operatorname{cotg} \varphi}{\frac{d^2 \pi}{4}}$$

ist.

Das grösste Angriffsmoment der Kraft R liegt am Angriffspunkte des Ankers und ist gleich Re; die Beanspruchung k_1 durch die Kraft R, welche die Stange zu biegen bestrebt, ist daher, wenn W das Widerstandsmoment des Stangenquerschnittes bezeichnet,

$$23) \quad \ldots \ldots \quad k_1 = \frac{Re}{W} = \frac{Re}{\frac{d^3 \pi}{32}};$$

somit ergiebt sich eine Gesammtbeanspruchung von der Grösse:

$$k = k_1 + k_2 = \frac{32\, Re}{d^3 \pi} + \frac{4 \operatorname{cotg} \varphi\, R\left(1 + \frac{3e}{2c}\right)}{d^2 \pi}.$$

Man erhält daher die Beziehung, welche den Stangenquerschnitt bei gegebenem R und das zulässige R für den gegebenen Stangenquerschnitt ermitteln lässt, mit

$$24) \quad \ldots \quad \frac{k}{R} = \frac{32\, e + 4 \operatorname{cotg} \varphi \left(1 + \frac{3e}{2c}\right) d}{d^3 \pi}.$$

Wäre beispielweise:

$$e = 100, \quad c = 300, \quad \text{mithin } 1 + \frac{3e}{2c} = 1{,}5,$$

die Entfernung des Ankerfusspunktes z vom Stangenfusspunkte q $r = 150$, demnach cotg $\varphi = \frac{c}{r} = 2$,

und würde

k für Holz mit 75 angenommen, dann wäre bei $d = 20$ (sämmtliche Maasse sind in Centimetern verstanden)

$$R = \frac{75 \,.\, 20^3 \,.\, 3{,}14}{32 \,.\, 100 + 4 \,.\, 2 \,.\, 1{,}5 \,.\, 20} = \text{rund } 550 \text{ kg}.$$

Damit die erforderliche Sicherheit gegen das Zerreissen des Ankers für die zulässige Kraft R vorhanden sei, muss der Querschnitt i desselben entsprechend gewählt werden.

Nun war der Zug im Anker:

$$Z = \frac{R\left(1 + \frac{3e}{2c}\right)}{\sin \varphi};$$

folglich muss, wenn k die zulässige Beanspruchung für die Querschnittseinheit des Ankermaterials bezeichnet,

$$\frac{R\left(1 + \frac{3e}{2c}\right)}{i \sin \varphi} \leqq k$$

sein. Man erhält daher die Beziehung zwischen dem Querschnitt des Ankers und der Kraft R mit:

$$25) \quad \frac{R}{i} = \frac{k \sin \varphi}{1 + \frac{3e}{2c}}.$$

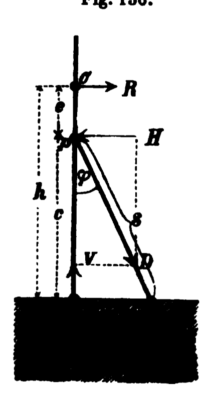
Wird k für Eisen, wie gewöhnlich, für etwa sechsfache Sicherheit mit 750 kg für den Quadratcentimeter Querschnitt angenommen, so ergiebt sich für obiges Beispiel, weil

$$\sin \varphi = \frac{1{,}5}{\sqrt{3^2 + 1{,}5^2}} = \text{rund } 0{,}446,$$

$$i = \frac{550 \,.\, 1{,}5}{750 \,.\, 0{,}446} = \text{rund } 2{,}47 \text{ qcm},$$

und es müsste demnach der Anker, wenn derselbe aus 0,5 cm starken Eisendrähten von rund 0,20 qm Querschnitt hergestellt werden sollte, um die erforderliche Sicherheit gegen Zerreissen noch zu bieten, aus 12 derartigen Drähten bestehen. Obwohl man für diesen Fall mit einer praktisch geringeren Sicherheit rechnen kann, ergiebt sich doch, selbst bei Annahme einer zulässigen Maximalbeanspruchung des als Anker dienenden Drahtes, welche der halben Bruchfestigkeit gleichkommt, dass 4 Drähte von 0,5 cm Durchmesser das für Herstellung eines haltbaren Ankers erforderliche äusserste Minimum bilden.

Fig. 136.



XIII. **Die Strebe.** Derselbe Zweck der Verstärkung der einfachen Telegraphenstange wird durch eine im Winkel gegen dieselbe gesetzte Stütze — die Strebe — erreicht, welche die Gegenkraft durch einen schräg nach oben gehenden Druck leistet. Dieselbe muss gleichfalls eine Horizontalcomponente H, Fig. 136, von der Grösse

$$H = R\left(1 + \frac{3e}{2c}\right)$$

liefern, und der Druck, welchen sie empfängt, ist ähnlich wie oben:

$$D = \frac{H}{\sin\varphi}.$$

Hierbei entsteht gleichzeitig ein senkrecht nach oben gerichteter Zug V in der Telegraphenstange

$$V = H \operatorname{cotg} \varphi,$$

gegen welchen das Fussende derselben gesichert werden muss, damit sie nicht ausgehoben werde.

Der Druck, welchen die Strebe empfängt, ist somit

$$D = \frac{R\left(1 + \frac{3e}{2c}\right)}{\sin\varphi},$$

und es muss die Festigkeit derselben auf Einknicken berechnet werden. Nimmt man das Fussende der Strebe als fest, das Zopfende als in der Richtung der Axe geführt an, so ist der zulässige Druck D, welchen dieselbe auszuhalten vermag:

$$D = \frac{1}{n} 2\pi^2 \frac{EJ}{s^2},$$

worin s die freie Länge der Strebe bezeichnet, die übrigen Bedeutungen die obigen sind. Ist nun d_1 der Durchmesser der Strebe, so ist für den kreisrunden Querschnitt derselben

$$J = \frac{\pi d_1^4}{64},$$

und man erhält zwischen dem Durchmesser der Strebe und der Kraft R folgende Beziehung:

$$\frac{R}{d_1^4} = \frac{2\pi^2 E \sin\varphi}{64 \,.\, n \,.\, s^2 \left(1 + \frac{3e}{2c}\right)}.$$

Für das gewählte Beispiel war die zulässige Kraft $R = 550$ kg ermittelt worden, demnach berechnet sich, wenn für Holzconstruction $\frac{1}{n} = \frac{1}{10}$ angenommen wird, unter Benutzung derselben Werthe für $e = 100$, $c = 300$, $r = 150$, der für die Strebe nothwendige Durchmesser mit:

$$d_1 = \sqrt{\frac{550 \,.\, 64 \,.\, 10 \,.\, 112\,500 \,.\, 1{,}5}{2 \,.\, 31 \,.\, 110\,000 \,.\, 0{,}447}} = 12 \text{ cm}.$$

Die üblichen Strebehölzer von 13 cm Zopfstärke sind daher unter diesen Verhältnissen ausreichend widerstandsfähig.

d. Zusammengesetzte Gestänge.

XIV. **Gekuppelte Telegraphenstangen.** Um den Gestängen die erforderliche Widerstandsfähigkeit zu geben, könnte man nach Maassgabe der Anforderungen, welche die örtlichen Verhältnisse im besonderen Falle stellen, die Durchmesser der Stangen berechnen und hiernach die zum Bau der Linie erforderlichen Hölzer beschaffen. Die Schwierigkeiten aber, welche sich der Beschaffung genau entsprechender Stangen einerseits und der richtigen Verwendung derselben an denjenigen Orten, für welche dieselben vorgesehen waren, praktisch entgegenstellen, lassen dies als unzweckmässig erscheinen. Es empfiehlt sich vor Allem ein einheitliches Stangenmaterial auf der Strecke zu verwenden. Man legt daher ein Normalmaterial von Stangen bestimmter Abmessungen für den Bau der Gestänge zu Grunde und stellt aus diesen durch Zusammenfügen die als Träger dienenden, den jeweiligen örtlichen Anforderungen entsprechenden Constructionen in genügend widerstandsfähiger Weise her.

Fig. 137.



Diesem Zwecke dienen zunächst die gekuppelten Telegraphenstangen, welche aus zwei mit einander durch Schraubenbolzen verbundenen einfachen Stangen bestehen. (Fig. 137.)

Diese Stangen, welche in der gewöhnlichen Weise eingegraben werden, sind in der Regel nur verbolzt, nicht aber verdübelt, und daher kann das System nicht als ein einheitliches Ganze aufgefasst werden, denn es ist die Möglichkeit vorhanden, dass sich bei Durchbiegung beide Stangen gegeneinander verschieben. Aus diesem Grunde darf die Tragfähigkeit der gekuppelten Stangen nicht höher angeschlagen werden als diejenige zweier einzelnen Stangen. Man wendet diese Art der Unterstützung der Leitungsdrähte meist nur an solchen Punkten an, wo kein Raum für eine Strebe oder einen Anker zu gewinnen ist, und die Aufstellung erfolgt in der Weise, dass die Richtung der Bolzen und die Richtung der Resultante der Kräfte, welche die Stange umzubrechen streben, in einer Verticalebene liegen.

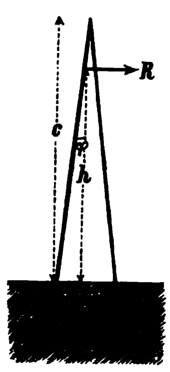
XV. **Der Bock.** Eine wirksamere Verstärkung lässt sich durch zwei an dem Zopfende verbolzte Stangen bewirken, deren Fussenden durch eine Querverbindung in einer gewissen Entfernung von einander gehalten sind und so eingegraben werden, dass die Verbindungslinie der Fusspunkte mit der Richtung der Resultante zusammenfällt. Um diesem Systeme eine noch grössere Widerstandsfähigkeit zu geben, wird ein gleichfalls verbolzter Riegel als Zwischenverbindung eingesetzt. Man nennt diese, die Form des lateinischen A bildende Verbindung zweier

Stangen einen Bock. Die statische Betrachtung, deren Entwicklung hier zu weit führen würde, ergiebt eine Beanspruchung des Systemes:

$$k = \frac{R\,h\cos\varphi + R\,b\sin\varphi}{b\,Q} + \frac{R\,h\,(c-h)}{c\,W},$$

worin sämmtliche Beichnungen die frühere Bedeutung haben, bezw. aus der nebenstehenden Fig. 138 ersichtlich sind. Hierbei ist der ungünstigste Fall angenommen, der nämlich, dass keine Mittelverbindung vorhanden ist.

Fig. 138.



Für Stangen von 15 cm Zopfstärke, welche an der Befestigungsstelle 20 cm Durchmesser haben, würde z. B., wenn $c = 560$, $h = 400$, $b = 200$ Centimeter, demnach $\varphi = 10°$ beträgt und die zulässige Beanspruchung für Holz mit $k = 75$ angenommen wird, die zulässige Belastung des Systemes sich auf

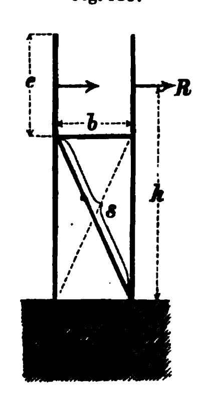
$$R = \text{rund } 500\,\text{kg}$$

berechnen.

Je grösser die Entfernung der Fusspunkte der Stangen bezw. der Winkel gewählt werden kann, unter welchem die Stangen am Zopfende zusammenstossen, desto grösseren Widerstand wird das System im Allgemeinen bieten. Da jedoch die Neigung der Stangen für die Anbringung der Leitungen nicht vortheilhaft ist, darf dieser Winkel nicht wohl grösser gewählt werden als höchstens 30°, wodurch die mit dem System zu erreichende Wiederstandsfähigkeit von vorneherein in bestimmter Weise begrenzt ist.

XVI. **Die Telegraphen-Doppelgestänge.** Wo es sich um Führung zahlreicher Leitungen durch Curven und in Winkelpunkten handelt und wo einfache Gestänge die für den zu befürchtenden Winddruck erforderliche Sicherheit nicht zu bieten im Stande sind, baut man verankerte und verstrebte Doppelgestänge, mit deren Hülfe sich bei Verwendung ausreichend starker Hölzer in den meisten Fällen eine genügende Wiederstandsfähigkeit des Gestänges erzielen lässt. Dieselben bestehen gewöhnlich aus zwei, normal zur Drahtrichtung in einer Entferung von 150 Centimeter von einander eingegrabenen Stangen, welche durch Querverbindung und Streben zu einem festen Ganzen vereinigt werden. Die Grundfigur des Systemes ist die in Fig. 139 dargestellte.


Fig. 139.



Wirken die horizontalen Kräfte, welche durch eine aus ihnen resultirende, in der Entfernung h vom Fusspunkte angreifende Einzelkraft R ersetzt gedacht werden mögen, in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung, so muss die Strebe s die in der Figur gezeichnete Stellung einnehmen, oder ein in der Richtung der punktirten Linie angebrachter Anker dieselbe ersetzen; bei in entgegengesetzter Richtung angreifendem R muss dagegen das Umgekehrte stattfinden. Die Beanspruchung des Systemes ergiebt sich wie folgt:

$$k = \frac{R e}{2 W} + \frac{2 R h}{s Q};$$

somit würde sich dieselbe z. B. für zwei Stangen, deren freie Länge 500 sein möge, wenn $e = 200$, $h = 400$ und der Abstand beider Stangen von einander $b = 150$ ist, für Hölzer von 20 cm Stärke, welche durch eine gleichstarke Strebe s von 335 cm Länge verbunden sein mögen, zu

$$R = \text{rund } 550 \text{ kg}$$

berechnen.

§. 5.

Streckenbau oberirdischer Telegraphenlinien.

a. Allgemeines.

Nachdem im Vorgehenden die verschiedenen, beim Bau oberirdischer Telegraphenlinien zur Verwendung kommenden Materialien und die Construction der Leitungen und Gestänge besprochen worden sind, soll nun die Bauausführung der Linien und zwar unter Zugrundelegung der in Deutschland vornehmlich obwaltenden Verhältnisse und der durch diese bedingten Maassnahmen der Telegraphenverwaltungen betrachtet werden.

I. **Routen.** Zwei Hauptwege bieten sich für die Anlage der oberirdischen Telegraphenlinien dar, die Eisenbahnen und die Chausseen; nur in vereinzelten Fällen werden dieselben den Kanälen entlang oder seitab von den fahrbaren Verkehrswegen errichtet. Die Eisenbahnen, welche selbst den Telegraphen in so ausgedehntem Maasse benutzen, bieten, was Sicherheit, Billigkeit und Zweckmässigkeit der Anlage anbelangt, vor der Landstrasse so erhebliche Vortheile, dass, wo nur irgend möglich, der Grund und Boden derselben benutzt wird. Der schnelle Verkehr auf der Eisenbahn bietet das Mittel, in den Telegraphenlinien auftretende Störungen in kürzester Zeit zu beseitigen. Die den Landstrassen entlang vorhandenen Baumreihen, deren Zweige mit den Telegraphenleitungen beständig in Berührung kommen, werden umgangen.

Endlich aber muss der Umstand ganz besonders zu Gunsten der Benutzung der Eisenbahnwege sprechen, dass hier eine bei Weitem wirksamere Ueberwachung der Telegraphenlinie durch die Bahnwärter erfolgen kann, als bei Heranziehung des spärlich vertheilten Aufsichtspersonals der Landstrassen möglich wird. Die gemeinsame Führung der dem Bahnbetriebe und dem öffentlichen Verkehr dienenden Telegraphen neben den Schienenwegen bringt eine allerdings sehr bedeutende Häufung der Leitungen hervor, die den gesicherten Bau der Träger namentlich dann erschweren muss, wenn der für die Errichtung eines gehörig verstärkten Gestänges erforderliche Raum beschränkt ist. Bei Einführung der Telegraphenleitungen in grössere Bahnhöfe ist in der Regel der nöthige Grund und Boden für ein dauerhaftes, zur Unterstützung der zahlreichen Signal- und Correspondenzleitungen genügendes Gestänge nicht vorgesehen, wodurch dann unter Benutzung aller nur möglichen Ecken und Winkel jenes das technische Gefühl wie das Auge gleich verletzende Wirrsal von Drähten entsteht, welches die Nähe der Bahnhöfe in der Regel verunziert, aber durchaus nicht als ein mit der oberirdischen Führung der Leitungen verbundenes unumgängliches Uebel angesehen werden darf. Vielmehr muss ebenso wie alle anderen Verkehrsmittel auch die Telegraphenanlage ihre berechtigten Ansprüche an Grund und Boden machen.

Der einzige erhebliche Vortheil, welcher zu Gunsten der Führung der Leitungen an den Landstrassen geltend gemacht werden kann, ist der, dass die Isolatoren durch den Rauch der Locomotiven nicht verunreinigt werden und ein selteneres Reinigen derselben genügt, um die vollkommene Isolation der Leitungen zu erhalten. Aus diesem Grunde auch giebt man in England den den Landstrassen entlang geführten Leitungen den Vorzug vor den Bahnleitungen, da letztere meist eine ausserordentlich mangelhafte Isolation aufweisen. Dies dürfte aber in der Verwendung der eine ungenügende Isolationsfläche bietenden Thonisolatoren und namentlich darin seine Erklärung finden, dass die dortigen Witterungsverhältnisse Ablagerungen auf der Oberfläche der Isolatoren ganz besonders begünstigen, in Folge dessen der Qualm der Locomotiven als ganz besonderer Feind der Isolation zu betrachten ist.

II. **Verpflichtungen der Eisenbahn- und Strassenbau-Verwaltungen.** Den Eisenbahn- sowohl wie Strassenbau-Verwaltungen sind gesetzliche Verpflichtungen auferlegt, das zur Telegraphenanlage erforderliche Land, welches ausserhalb des vorschriftsmässigen, freizuhaltenden Normalprofils des betreffenden Verkehrsweges liegt, zur Benutzung zu stellen; auch regeln allgemeine, ebenfalls gesetzliche Bestimmungen die gemeinsame Benutzung eines und desselben Gestänges, welches den Bahnbetriebs-



und den Staatstelegraphenleitungen gleichzeitig als Unterstützung dient[1]).

Je nach Bedürfniss wird thunlichst entfernt von den Schienengleisen eine einfache oder doppelte Stangenreihe auf der einen Seite des Bahnkörpers Seitens der Telegraphenverwaltung aufgestellt, welche von der Eisenbahnverwaltung zur Befestigung ihrer Telegraphenleitungen mit benutzt werden darf. Die Trace der Linie wird von beiden Verwaltungen gemeinsam festgesetzt. Aenderungen, welche durch den Betrieb der Bahnen nachweislich geboten sind, erfolgen auf gemeinsame Kosten, welche nach Maassgabe der beiderseitigen Anzahl der Leitungsdrähte vertheilt werden. Anderweitige Veränderungen bedingen beiderseitiges Einverständniss und werden auf Kosten des beantragenden Theiles ausgeführt. Die Eisenbahnverwaltungen übernehmen die regelmässige Ueberwachung und die vorläufige Wiederherstellung der Leitungen in Störungsfällen durch ihr Beamtenpersonal gegen einen von der Staatstelegraphenverwaltung für den Kilometer zu zahlenden und durch die Bahnverwaltung an ihr Personal zu vertheilenden Entschädigungssatz. Sie gewähren im Weiteren Beförderungserleichterungen für die mit dem Bau und der Unterhaltung der Telegraphenanlage betrauten Beamten, für die dabei beschäftigten Arbeiter und das erforderliche Material. In Störungsfällen ist die gegenseitige Benutzung der Leitungen zur Beförderung von Telegrammen zugesichert.

Vollkommen ähnliche gesetzliche Bestimmungen bestehen für die Führung der Telegraphenlinien entlang den fiscalischen Strassen. Die Telegraphenstangen sind thunlichst entfernt von den Baumreihen aufzustellen, und die Strassenverwaltung hat namentlich die Verpflichtung, die für die Telegraphenlinie erforderlichen Ausästungen zu gestatten. Im Uebrigen regeln zwischen den Eisenbahn- und Strassenverwaltungen einerseits und der Staatstelegraphenverwaltung andererseits geschlossene Verträge die Einzelheiten des Baues und der Unterhaltung der fraglichen Anlagen. Wo irgend thunlich wird vermieden, dass die Telegraphenlinie Privatbesitz berührt; lässt es sich nicht umgehen, so müssen mit den Grundeigenthümern contractliche Vereinbarungen getroffen werden, welche die Anlage genügend schützen.

III. **Gemeinsame Linien der Telegraphen- und Eisenbahn-Verwaltungen.** Bei der gemeinsamen Benutzung eines und desselben Telegraphengestänges durch Eisenbahn- und Telegraphenverwaltung entstehen dadurch in der Regel Streitigkeiten, dass letztere sich die Anweisung der

[1]) Beschlüsse des Bundesrathes des Norddeutschen Bundes vom 21. December 1868 §. 339 der Protocolle und vom 25. Juni 1869 §. 302 der Protocolle. — Telegraphen-Bauordnung für das Reichstelegraphen-Gebiet; Berlin, 1877; S. 65 u. f.



Plätze für die an demselben zu befestigenden Bahnleitungen vorbehält, dieselben, gewöhnlich unter Freilassung einiger Plätze für ihre etwa noch nachträglich zu ziehenden Leitungen, tiefer legt und bei Vornahme der Vervollständigung ihrer Linie, d. h. beim Ziehen einer zwischenliegenden Leitung, den Betrieb auf dem Bahntelegraphen in empfindlichster Weise stören muss. Während umgekehrten Falles das Ziehen von neuen, oder die Reparaturarbeiten an bereits vorhandenen Bahnleitungen die Leitungen der Staatstelegraphenverwaltung in keiner Weise beeinträchtigt. Störungen auf den lediglich der Correspondenz dienenden Leitungen der Telegraphenverwaltung bedingen zwar unangenehme Verzögerung von Telegrammen durch erforderlich werdende Wiederholungen derselben, die zeitweise Störung des Bahnbetriebstelegraphen aber kann durch Beeinflussung der Zugsignale den Betrieb der Bahn selbst gefährden und hiermit Menschenleben und Güter in unmittelbare Gefahr bringen. Da ausserdem bei den von beiden Theilen in der Regel gemeinsam auszuführenden Reparaturarbeiten an den Leitungen häufiger Streitigkeiten entstehen mussten und die technische Unterhaltung der Anlage nicht wohl in eine Hand gelegt werden konnte, so ist man neuerer Zeit und zweckmässiger Weise, bei der sich mehr und mehr steigernden Anzahl der beiderseitigen Drähte, vielfach zum Bau getrennter Gestänge geschritten, was aber auch, namentlich an den Einführungsstellen, nicht ohne bauliche Unzuträglichkeiten durchzuführen war. Thatsächlich sind die Schwierigkeiten, welche hier obwalten, durchaus keine solchen, welche sich nicht beseitigen liessen, wenn die gemeinsamen Interessen vorurtheilsfrei wahrgenommen werden. Eine Grundbedingung, welche festgehalten werden muss, ist die Verwendung gleichen Materials am gemeinsamen Gestänge, und dem steht bei der heute abgeschlossen vorliegenden und allgemein als maassgebend angesehenen Construction der Leitungen durchaus nichts entgegen. Der zweite, den Kern der Sache bildende Punkt ist die möglichste Anbringung der Leitungen der Reihe nach und nach einander, wie sich die Plätze am Gestänge folgen, ohne zwischenliegende freizulassen, die thunlichste Trennung der beiderseitigen Leitungen durch Benutzung je einer Seite des Gestänges und endlich eine gegenseitige, den jeweiligen Zwecken entsprechende, etwaige Vertauschung der Leitungen untereinander, was ohne Schwierigkeit deswegen erfolgen kann, weil dieselben, wie sich bei Besprechung der Leitungen ergeben wird, aus durchweg kürzeren Theilstrecken bestehen.

b. Recognoscirung der Baustrecke.

IV. Die Begehung oder Recognoscirung der Strecke, auf welcher eine oberirdische Telegraphenlinie errichtet werden soll, bezweckt zunächst die genaue **Festlegung der Trace**, oder des Laufs der Linie,

ferner werden bei derselben die zur Berechnung des erforderlichen Materialbedarfs an Leitungsdraht, Isolatoren, Stangen und sonstigen Unterstützungen nothwendigen Unterlagen gesammelt. Ausser der Einleitung der Verhandlungen mit den beim Bau der Linie betheiligten Behörden und Personen müssen namentlich auch zur Errichtung von Lagerplätzen für das Baumaterial geeignete Plätze bezw. Räume an der Strecke ermittelt, sowie sämmtliche für den späteren Bau der Linie vorzusehenden Anordnungen getroffen werden.

Für den Bahnen entlang geführte oberirdische Telegraphenlinien wird der Regel nach die den herrschenden Winden abgekehrte Seite des Bahnkörpers, bei Landstrassen dagegen die denselben zugekehrte Seite zur Aufstellung des Gestänges benutzt. Im ersteren Falle, um zu verhüten, dass die Stangen durch Sturm auf die Gleise geworfen werden können, im zweiten, damit umbrechende Bäume die Leitungen nicht beschädigen. Obwohl die genaue Bestimmung der Standorte der einzelnen Stützpunkte der Bauausführung vorbehalten bleiben muss, werden dieselben im Allgemeinen, namentlich aber an schwierigen Punkten, schon bei der Recognoscirung festgelegt. An den Landstrassen sind es die thunlichste Vermeidung der Nähe der Baumpflanzungen, die zweckmässige Gewinnung der erforderlichen Höhe der Leitungen an fahrbaren Ueberwegen und die möglichste Verhütung scharfer Knickpunkte in der Führung der Leitungen, welchen besonderes Augenmerk geschenkt werden muss. Da der Lauf der Eisenbahnen bei Weitem weniger von der geraden Richtung abweicht und geringere Steigungen aufweist als der der Landstrasse, gestaltet sich die bauliche Anlage der Telegraphenlinien der Bahn entlang bedeutend einfacher als an jener.

V. **Die Stellung der Stangen am Bahnkörper** muss möglichst so angeordnet werden, dass umbrechende Stangen nicht auf die Geleise fallen können. Liegt der Bahnkörper in der Ebene, so erfolgt die Aufstellung der Stangen auf dem Sicherheitsstreifen, jenseits des Entwässerungsgrabens (Fig. 140); ist derselbe angeschüttet, am Fusse der Anschüttung (Fig. 141) oder, sofern die Böschung mit einem Banket versehen ist, auf diesem (Fig. 142). Bei Einschnitten empfiehlt es sich, die Stange nicht auf die oberste Kante der Böschung zu stellen, sondern sie thunlichst unter Windschutz zu bringen (Fig. 143, Fig. 144). Es ist darauf zu rücksichtigen, dass die Leitungen beim Begehen der Strecke zu übersehen sind. Die Sohle der Gräben muss bei Aufstellung der Stangen vermieden werden, und angeschüttete Kegel, in welche die Stangen eingepflanzt werden, sind in der erforderlichen Stärke herzustellen. Bevor die Erdarbeit am Bahnkörper beendet ist, kann die endgiltige Aufstellung der Stangen nicht erfolgen, und es werden aus diesem Grunde häufig Versetzungen erforderlich.



Fig. 140.

Fig. 141.

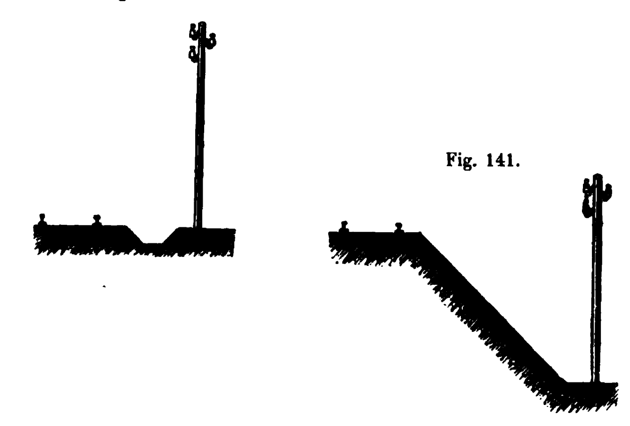
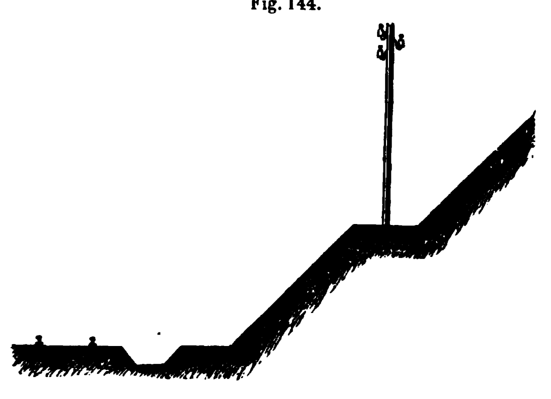


Fig. 142.

Fig. 143.



Fig. 144.



VI. An fahrbaren Wegen, welche die Telegraphenlinie schneiden, muss die **Höhe der Unterstützungspunkte** der Leitungen so gewählt werden, dass für die Durchfahrt von Wagen genügender Raum unter denselben bleibt. Ein überall giltiges Maass lässt sich hierfür nicht wohl feststellen, da man hauptsächlich auf die ortsüblichen Verkehrsverhältnisse Rücksicht zu nehmen hat. Im allgemeinen wird 4 m Höhe des untersten Leitungsdrahts über der Wegkrone als nicht zu unterschreitendes Minimum angenommen. Bei Ueberschreitung der Bahnanlagen muss die am tiefsten hängende Leitung mindestens 5,75 m über Schienenoberkante liegen, wobei der bei stärkster Sommerhitze eintretende Maximaldurchhang des Drahtes in Rechnung zu bringen ist. Das Normalprofil der Eisenbahnen ist derjenige Raum, der unter allen Umständen für die Fahrzeuge freigelassen werden muss. Die Abmessungen desselben sind im Eisenbahnpolizei-Reglement für die Eisenbahnen Deutschlands vom 4. Januar 1875 vorgeschrieben; für die oberirdischen Telegraphenlinien kommen die folgenden Zahlen in Betracht. Die gesammte Höhe beträgt 4,8 m über Schienenoberkante, bis zu 3,05 m Höhe ist die Breite 4 m, alsdann schrägt sich das Profil dachartig ab, um bei 3,89 m 3,04 m und in der vollen Höhe 1,52 m Breite zu haben. Als äusserstes Maass für die Annäherung der Telegraphenstangen an die Schienen nimmt man gewöhnlich 2 m Entfernung derselben von der nächsten Schienenkante an. Steht das Gestänge an der äusseren Seite einer Curve, so ist eine entsprechend grössere Entfernung der Stangen derart anzuordnen, dass sich für die Mitte der Stangenentfernung zwischen Leitungsdrähten und äusserster Schienenkante ein senkrechter Abstand von 2 m ergiebt.

In Curven und bei stark steigendem oder fallendem Boden wird der Abstand der Stangen verringert, bei Ueberschreitung von Flüssen und Thälern, bei Einführungen und dergl. häufig vergrössert; als die für die gebräuchlichen Stangenabmessungen nicht zu überschreitende Maximalentfernung gilt gewöhnlich ein Abstand von 100 m.

VII. **Aufzeichnungen bei der Recognoscirung.** Für die Recognoscirung der Linie, sowie für die allgemeine Projectirung derselben bedient man sich in der Regel der Generalstabskarte. Die dem Bau der Bahnen zu Grunde liegenden Pläne, welche die Kilometer-Stationirung, d. h. die Theilung der Bahnstrecke nach von 100 zu 100 Metern aufgestellten Nummersteinen, die Wegeübergänge, Brücken, Tunnels u. s. w., sowie die Krümmungs- und Steigungsverhältnisse der Bahnanlage enthalten, bieten ein für die Anlage der Telegraphenlinie sehr werthvolles Material. Namentlich ist für letztere der Standort der Wärterhäuser von Bedeutung, da die Stangenlinie so gesetzt werden muss, dass eine Einführung der Leitungen nach den Wärterhäusern oder den in ihrer Nähe aufzustel-

lenden Läutewerken leicht erfolgen kann. Für die Anlage der Gestänge auf den Bahnhöfen sind die Situationspläne derselben mit den Geleisanlagen erforderlich. Im Allgemeinen folgt die Linie an kleineren Stationen und Haltestellen der Richtung der Geleise, so dass die Stangenreihe auf den Perron und zwar so zu stehen kommt, dass die Leitungen möglichst geradlinig geführt und Ablenkungen im Winkel vermieden werden. Auf grösseren Stationen mit weitläufigen Geleisanlagen wird die Linie zweckmässig an die äusserste Grenze des Bahnbereichs gesetzt, und dann findet die Einführung der Leitungen in die Station, wo dieselbe nicht durch Kabelleitungen sicherer und zweckmässiger bewirkt wird, von der Rückseite des Stationsgebäudes oder von dessen Seite her statt.

Bei Recognoscirung der Baustrecke legt man zweckmässig ein Schema zu Grunde, welches eine der fortlaufenden Kilometerstationirung der Strecke entsprechende Liniirung hat, in welches bei den betreffenden Stationsnummern die Trace einskizzirt wird. Der gleichzeitig hierin eingetragene Vermerk über die Art der benutzten Strasse, der Bodenverhältnisse, der zu überschreitenden Brücken, Flüsse, Wegeübergänge, der Tunnels, durch welche die Leitungen hindurchgeführt werden müssen, der in der Nähe der Linie belegenen Gegenstände, welche umgangen werden müssen, der Stationsgebäude und Wärterhäuser, in welche Einführungen zu bewirken sind u. s. w., geben alsdann neben den erforderlichen Aufzeichnungen über Anzahl und Länge der Leitungen, Stärke derselben, Art der Unterstützungen, Art der Verstärkung der Gestänge, Länge und Anzahl der erforderlichen Stangen die für die Veranschlagung bezw. Bauausführung nothwendigen Handhaben in derjenigen Ordnung, in welcher dieselben am bequemsten und übersichtlichsten sind.

c. Materialienbedarfs-Berechnung und Kostenveranschlagung.

VIII. **Materialienbedarf.** Eine der wichtigsten Vorarbeiten für die Herstellung einer oberirdischen Telegraphenlinie ist die Veranschlagung des Baues. Dieselbe bildet nicht nur für die Beschaffung der Materialien und die Bauausführung, sondern auch für die Verrechnung sowie für die spätere Unterhaltung der Linie die Grundlage. Die Deutsche Telegraphen-Bauordnung giebt hierfür mustergültige Schemen, deren Form in jeder Beziehung empfehlenswerth ist. Die nachfolgend gegebenen Schemen sollen das System erläutern, nach welchem diese Aufzeichnungen im Allgemeinen am zweckentsprechendsten gemacht werden, die Anordnung im besonderen wird den jeweiligen Bedürfnissen Rechnung tragen müssen.



Berechnung

der für die Anlage der oberirdischen Telegraphenlinien von . . . . .
bis . . . . . erforderlichen Materialien.

Die Recognoscirung der Strecke hat folgende Längennachweisung ergeben:

Längennachweisung.

Lfd. No.	Auf der Baustrecke von . . . . bis		Gestänge		Leitungen von Eisendraht vom Durchmesser von			in Kabeln
	von Kilometerstation	bis Kilometerstation	in gerader Linie km	in Curven km	5 mm km	4 mm km	2,5 mm km	m
		Summa						

Demnach beträgt die Länge der Baustrecke der Eisenbahn entlang
in gerader Strecke . . . .
in Curven . . . .
der Chaussee entlang . . . .
Summa . . . . Kilometer.

Es liegen auf derselben . . . . Stationen,
(. . . . Bahnhöfe, ... Haltestellen,
. . . . Streckenwärterposten u. s. w. . . . .)

Materialienbedarfs - Berechnung.

Lfd. No.	Bezeichnung des Bedarfs	Begründung des Bedarfs	Bedarfs - Berechnung. im Einzelnen		im Ganzen	
		Summa				

Einige Andeutungen im Betreff verschiedener Hauptansätze der letztgenannten Materialienbedarfs-Berechnung mögen hier Platz finden.

Für Stangen von 15 cm Zopfstärke berechnet man die erforderliche Anzahl für eine durchschnittliche Entfernung derselben von 70 m auf gerader Strecke und 55 m in Curven. Mit Rücksicht darauf, dass bei Einführung der Leitungen in die Stationen die Stangen in kleinere Entfernung gestellt oder Curven gebildet werden müssen, werden für jede Stationseinführung eine gewisse Anzahl, etwa 5 bis 10 Stück überschüssige Stangen veranschlagt. Ferner sind die Stangen, welche zu den Einführungen der Leitungen in die mit Sprech- oder Blockapparaten versehenen Wärterhäuser nothwendig sind und welche zur Führung der Leitungen nach den Läutewerken dienen, sowie endlich diejenigen Stangen zu veranschlagen, welche für die Aufstellung von Böcken an Eckpunkten erforderlich sind. Von der Gesammtsumme der Stangen sind die nöthige Zahl von Stangen der verschiedenen Längen und zwar der 7 m, 8,5 m und 10 m langen zu ermitteln und danach die Anzahl der zu beschaffenden Hölzer in der Materialienbedarfs-Berechnung auszuwerfen.

Man rechnet, dass jede der in einer Curve stehenden und jede dritte der in gerader Strecke stehenden Stangen zur Verstärkung des Gestänges eine Sicherung erhalten muss, und dass die Hälfte dieser Sicherungen durch Anker, die Hälfte durch Streben bewirkt wird. Hieraus ermittelt sich die Anzahl der erforderlichen Streben und Anker. Die Strebenhölzer müssen bei einer Länge von 5 m eine Zopfstärke von 13 cm haben. Für jede Strebe ist ferner ein sogen. Strebenklotz erforderlich. Es sind dies keilförmige Holzstücke, welche mittelst je zweier Holzschrauben an der Stange befestigt werden und als Widerlager für die Strebe dienen (s. Fig. 151, S. 130). Die zur Befestigung der Anker im Boden dienenden Ankerpfähle (s. Fig. 150, S. 129) haben eine Länge von 1,25 m und eine Stärke von 14 bis 15 cm. Für die Tränkung sämmtlicher, zum Bau der Linie zu verwendenden Hölzer ist eine besondere Position der Berechnung zu bilden. Die Grundlage hierfür bietet der Cubikinhalt der Stangen, Streben und Ankerpfähle. Zur Befestigung der Anker an der Stange dienen eiserne Ankerhaken (s. Fig. 149, S. 129), von denen für jeden Anker einer erforderlich ist. Ferner sind für das Gestänge, ausser den erforderlichen Holzschrauben zur Befestigung der Streben und Strebenklötze, die zur Zusammenfügung der Böcke dienenden Schraubenbolzen zu beschaffen. Letztere Bolzen müssen 2 cm stark sein, und es sind deren für jeden Bock fünf, nämlich drei je 30 cm und zwei bezw. 45 cm und 75 cm lange erforderlich.

Die Anzahl der Doppelglockenisolatoren auf Stützen bestimmt sich aus der Zahl der Stützpunkte unter Zurechnung des für die Einführungen der Leitungen erforderlichen Mehrbedarfs, sowie 2% Bruch. Für die



Einführungen sind ferner Doppelconsolen in der nöthigen Anzahl vorzusehen, deren jede mit 4 Holzschrauben befestigt wird, auch werden die erforderlichen Einführungsisolatoren bezw. die dieselben tragenden Eisen, Mauerbügel u. s. w. nach den örtlichen Ermittelungen in die Materialberechnung aufgenommen. In gleicher Weise müssen die für Führung der Leitungen über oder unter Brücken nothwendigen, den Leitungen als Unterstützung dienenden Eisenconstructionen Berücksichtigung finden.

Der Bedarf an Leitungsdraht wird aus der gesammten Länge der Leitung ermittelt, indem man erfahrungsmässig für den Kilometer 5 mm starker Leitung 167 Kilogramm, 4 mm starker 107 und 2,5 mm starker Leitung 42 Kilogramm rechnet, welche Bedarfsmengen alsdann den Verbrauch an Material einschliesslich allen Abfalls u. s. w. ergeben. An Bindedraht von 2 mm Durchmesser wird für 100 Bindungen je 3,5 kg, an Winkeldraht, zur Herstellung der Verbindungsstellen der einzelnen Drahtadern untereinander, wird für den Kilometer Leitung etwa 0,3 Kilogramm 1,5 mm starken Drahtes gebraucht.

Zur vollständigen Herstsllung der Leitungsverbindung zwischen zwei Stationen gehören nothwendig die Erdleitungen, welche beim Bau der Linie herzustellen sind. Als solche dienen in das feuchte Erdreich einzugrabende Eisenblechplatten von etwa 3,75 qm Oberfläche und 2 mm Stärke; dieselben haben einschliesslich der gewöhnlich 8 m langen Zuleitungsschienen, welche aus 50 mm breitem und 5 mm dickem, mit der Blechplatte vernietetem und verlöthtetem Bandeisen bestehen, ein Gewicht von 73 kg. Für jede Station ist eine Erdplatte vorzusehen. Für diejenigen Punkte der Strecke, an welchen in Wärterhäusern Sprechapparate oder neben denselben Läutewerke aufgestellt werden, werden oft kleinere als, Blitzschutz dienende Erdplatten von 1 qm Oberfläche veranschlagt.

IX. Auf Grund der Materialienbedarfs-Berechnung wird die **Materialien-Transport-** bezw. **Vertheilungs-Nachweisung** angelegt, etwa nach nachstehendem Schema.

Material-Niederlage No.	Auf der Baustrecke von . . bis . . erforderliche Materialien																									Anzahl der Kilometer-Centner.
	von Kilometerstation.	bis Kilometerstation.	7 m lange Stangen	8,5 m lange Stangen	10 m lange Stangen	Streben	Ankerpfähle	Bolzen	Ankerhaken	Schrauben	5 mm starker Draht	4 mm starker Draht	2,5 mm starker Draht	Bindedraht	Wickeldraht	Isolator. auf Stütze	Isolator. auf Console	grosse Erdplatten	kleine Erdplatten	Löthmaterial	Apparate	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	

X. **Die Kostenveranschlagung** für den Bau einer oberirdischen Telegraphenlinie wird nach Maassgabe der vorerwähnten Nachweisungen in der Weise ausgearbeitet, dass zunächst die Beschaffung von Materialien, ihr Transport zur Verwendungsstelle und die Vertheilung auf der Strecke selbst, sowie die für die Errichtung der Linie erforderlichen Arbeiten getrennt berechnet werden. Die Einrichtung der Stationen d. h. die Beschaffung der für dieselben erforderlichen Apparate u. s. w., sowie die zur Aufstellung derselben erforderlichen Arbeiten werden hie und da gleichfalls getrennt aufgestellt, in der Regel dagegen werden die gesammten, zur Fertigstellung der Telegraphenanlage erforderlichen Kosten unter folgende drei Abtheilungen eines Gesammtanschlages gebracht:

A. Materialien.
B. Transporte.
C. Arbeiten.

Unter Hinweis auf jene Nachweisungen kann alsdann dem Kostenanschlage das folgende einfache Schema untergelegt werden.

Position.	Gegenstand.	Kosten-Betrag			
		im Einzelnen.		im Ganzen.	
		ℳ	₰	ℳ	₰

Wenn es sich um gleichzeitige Herstellung verschiedenen Zwecken dienender Leitungen an demselben Gestänge handelt, wird der Kostenanschlag zweckmässig getrennt in:

I. Kostenanschlag für das Gestänge,
II. Kostenanschlag für eine . . . . . Leitung von . . . . nach . . . . ,
III. Kostenanschlag für eine . . . . . Leitung von . . . . nach . . . . , u. s. f.

d. Abpfählen der Linie und Vertheilung der Materialien auf der Baustrecke.

XI. **Das Abpfählen der Linie** bildet für die Ausführung der gesammten Bauarbeiten zur Herstellung der oberirdischen Telegraphenlinie die Grundlage. Je sorgfältiger hierbei die Standorte der einzelnen Stangen unter Berücksichtigung aller Umstände gewählt, je gleichmässiger die Abstände der einzelnen Stangen unter einander abge-

glichen werden, je mehr Mühe darauf verwendet wird, die unvermeidlichen Knickpunkte und Curvenstellungen der Stangenreihe so anzuordnen, dass die grösste Sicherheit gegen Umbruch derselben erreicht wird, um so vollkommener wird die Anlage. Nachdem die Standorte derjenigen Punkte der Trace, an welchen jedenfalls Stangen aufgestellt werden müssen, wie bei Winkelpunkten, Wegeübergängen, Brücken u. dergl., durch Markirpfähle bezeichnet sind, werden die zwischenliegenden Strecken so getheilt, dass die Abstände der einzelnen Stangen von einander möglichst gleichmässig und die Entfernung derselben möglichst dem ursprünglich vorgesehenen Maasse entsprechend ausfallen. Für die allgemeine Richtung der Stangenlinie bieten bei den Landstrassen die Baumreihen oder besser die Bordsteine des chaussirten Fahrdammes, bei den Bahnen die Schienengeleise selbst feste Anhaltspunkte, nach denen die Markirpfähle für die einzelnen Stangen gesetzt werden. Letztere werden alsdann unter einander so lange ausgerichtet, bis diejenige Gleichmässigkeit und Regelmässigkeit der Stellung erzielt ist, welche der fertigen Stangenreihe jenes gefällige Aeussere giebt, das man mit Recht von ihr verlangt. Die Standorte derjenigen Stangen, welche eine Verstärkung erhalten müssen, sind so zu wählen, dass für die Anbringung der Verstärkung der erforderliche Platz bleibt, bezw. muss die günstigste Stellung für die Stange ausgesucht werden. Aber nicht nur die Orte der Stangen und die zweckmässigste Art der Verstärkung ist beim Abpfählen zu bestimmen, auch die Länge der zur Verwendung zu nehmenden Stangen muss gebührende Berücksichtigung finden. Bei Wegeübergängen, und wo sonst zur Erreichung einer bedeutenderen Höhe der Leitungen über dem Erdboden längere Stangen zur Aufstellung kommen, müssen nothwendig Höhenunterschiede in der Führung der Leitungen entstehen, welche dadurch möglichst auszugleichen sind, dass die der Ueberführungsstange zunächst befindlichen Stangen gleichfalls länger gewählt werden, um ein allmähliges Ansteigen der Leitungen nach dem höchsten Punkte hin zu erzielen. Hierbei werden kleine Unterschiede dadurch ausgeglichen, dass die etwa zu langen Stangen etwas tiefer eingegraben werden. Auch da, wo die Bodenverhältnisse eine gleichmässige Führung der Leitungen erschweren, wird in gleicher Weise Abhülfe geschaffen.

Die Art der für die einzelnen Standorte geeigneten Hölzer, sowie die anzubringende Verstärkung wird auf dem Markirpfahl, welcher aus einem roh zugespitzten Holzstab von nicht zu geringer Länge besteht, in der Weise vermerkt, dass man auf einer am oberen Ende des Stabes angebrachten Schnittfläche mit Roth- oder Blaustift abgekürzte Bezeichnungen anbringt, welche später beim Vertheilen des Materials und beim Setzen der Stangen den Arbeitern als Richtschnur dienen. Die für die

einzelnen Punkte getroffenen Anordnungen werden gleichzeitig laufend in ein Notizbuch eingetragen, um als Grundlage für die Vertheilung des Materials benutzt zu werden.

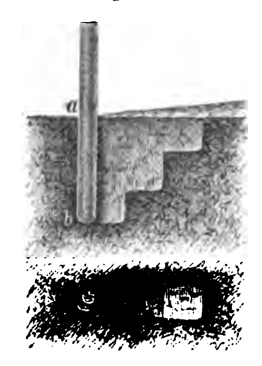
XII. Die **Materialvertheilung** ist den Bahnen entlang, wo Arbeitszüge und Handlowrys zur Verfügung stehen, verhältnissmässig einfach, auf den Landstrassen dagegen, wo dieselbe mittelst Fuhrwerks erfolgen muss, verursacht sie nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten und erfordert grosse Umsicht, um das theure Abtragen der Stangen nach den Standorten möglichst zu beschränken. Ein sorgfältig ausgearbeiteter Vertheilungsplan vereinfacht in jedem Falle die Arbeit dadurch ausserordentlich, dass die geeigneten Hölzer gleich an die betreffenden Orte gelangen und ein Hin- und Herbefördern derselben vermieden wird. Von einem mit mässiger Geschwindigkeit bewegten Wagen können die Stangen durch geübte Leute während der Fahrt abgeworfen werden. Hierbei tritt zwar ein Verlust dadurch ein, dass von tausend abgeladenen Stangen einige zerbrechen, derselbe wird aber durch die grössere Schnelligkeit, mit der die gesammte Arbeit verrichtet werden kann, vollkommen ausgeglichen.

e. Setzen der Stangen.

XIII. **Löchergraben.** Die Beschaffenheit des Bodens muss naturgemäss die Wahl der zur Herstellung der Stangenlöcher erforderlichen Geräthe bestimmen. In den meisten Fällen thun die einfachen Grabwerkzeuge, Spaten und Picke, die besten Dienste und wird die Arbeit mit Hülfe dieser ausgeführt. In weichem Boden findet der Erdbohrer vortheilhafte Verwendung, im steinigen oder Felsboden dagegen muss man oft zum Sprengen schreiten, um die für die Sicherheit des Gestänges erforderliche Tiefe der Stangenlöcher zu erlangen. Für die feste und unveränderliche Stellung der Stangen ist es wesentlich, dass das Loch möglichst klein ausgehoben wird, damit eine nur geringe Schicht des aufgefüllten Erdreiches zwischen der Stange und den Wandungen des Loches vorhanden sei, denn die Anfüllung erreicht selbst nach längerer Zeit kaum die Festigkeit wieder, welche der ursprüngliche, gewachsene Boden bietet. Um der Stange die erreichbar grösste Standfestigkeit zu geben, wird daher das Loch für dieselbe nicht rund oder quadratisch, sondern schmal rechteckig in der Weise ausgehoben, dass es möglich wird, die Stange von drei Seiten dem gewachsenen Boden möglichst nahe zu bringen, während dieselbe nur gegen die vierte Seite hin ihr Widerlager an einer gerammten Erdschicht findet. Diese rechteckigen Löcher werden mit der längeren Seite in der Richtung der Stangenlinie liegend ausgehoben, damit gegen die rechtwinklig zur Richtung der Leitungsdrähte wirkenden, auf Umdrücken der Stange gerich-

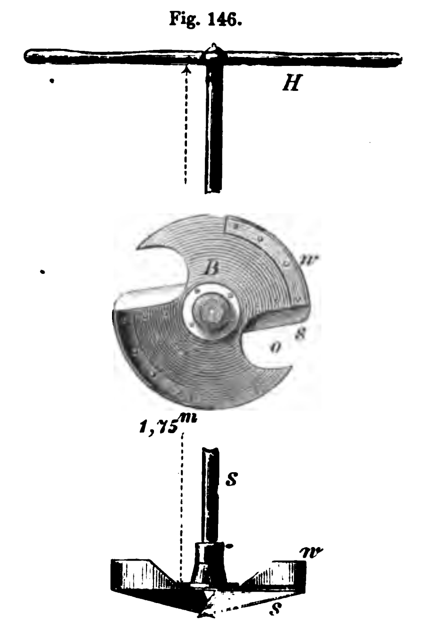
teten Kräfte, die grösstmögliche Widerstandsfähigkeit des Stangenfussendes erzielt wird. Das Ausheben der Löcher erfolgt treppenartig, wie in Fig. 145 angedeutet. Beim Einsetzen der Stange wird an die Seite *a b* des Loches ein schmales Brett angelegt, an welchem die Stange, ohne die Lochwandung zu beschädigen, herabgleiten kann.

Fig. 145.



XIV. **Bohren der Löcher.** Wo es sich um die Aushebung zahlreicher Löcher im leichten oder doch nur wenig steinigen Boden handelt, kann durch Anwendung von Erdbohrern eine wesentliche Ersparniss erzielt werden. Während beim Graben eines Stangenloches 0,75 bis 1 Cubikmeter Erdreich entfernt werden müssen, wird beim Bohren eines eben so tiefen Loches nur die Bewegung etwa des zehnten Theils Erdreich erforderlich. Die Vortheile des Bohrers machen sich namentlich da geltend, wo das Grundwasser beim Graben

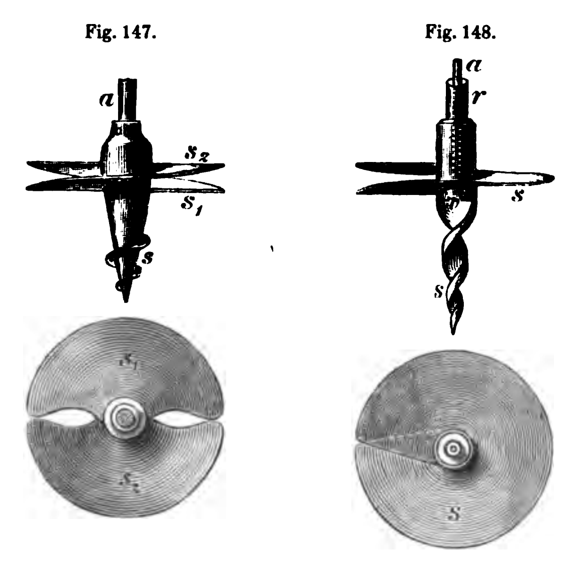
Fig. 146.



erreicht wird, oder wo Stangen im moorigen Boden gesetzt werden müssen. Der in Deutschland häufig zur Verwendung kommende Bohrer ist in Fig. 146 abgebildet. Der mit dem Handgriff *H* versehene Eisen-

stab S trägt an seinem unteren Ende die runde Blechtafel B, welche an zwei sich gegenüberliegenden Punkten des Umfanges kreisförmige Ausschnitte o hat, deren jeder mit einer nach unten vorspringenden scharfen Stahlschneide s ausgerüstet ist. Zu beiden Seiten sind am Rande des Bodenblechs B kurze Wandungen w angebracht, welche dem Instrumente beim Eindringen in die Erde eine Führung geben. Nachdem mit der Hacke eine geringe Vertiefung an derjenigen Stelle vorgearbeitet wurde, an welcher das Stangenloch gebohrt werden soll, wird der Bohrer eingesetzt und von zwei Arbeitern unter Ausübung eines entsprechenden Druckes drehend in Bewegung gesetzt. Das gelockerte Erdreich wird von Zeit zu Zeit ausgehoben und bei Seite geworfen. Bei grösserer Härte des Bodens kann ein Eingiessen von Wasser in das Bohrloch von Vortheil sein. Bei sehr hartem, etwas steinigem Grund benutzt man abwechselnd mit dem Bohrer eine schwere Brechstange, um die Sohle des Loches aufzulockern, bezw. Steine zu zermalmen. Das hierzu dienende Werkzeug wird gleichzeitig dazu verwendet, um nach dem Einsetzen der Telegraphenstange in das Loch den Boden um dieselbe herum festzustampfen, zu welchem Zwecke es mit einem halbmondförmigen Griffe versehen ist.

Fig. 147. Fig. 148.



Für das Setzen von Stangen der gewöhnlichen Stärke benutzt man Bohrer von 26 cm Durchmesser. Für besonders starke Hölzer kommen ausnahmsweise Bohrer zur Anwendung, deren Durchmesser bis 30 cm beträgt.

Fig. 147 und 148 zeigen zwei Erdbohrer, welche durch Schrauben-

flächen gebildet werden. Der erstere besteht aus zwei halben, gegen einander versetzten Schraubenflächen S_1 und S_2 und hat den Vortheil vor letzterem, dass ein schiefes Eindringen des Werkzeuges deshalb weniger leicht möglich ist, weil sich zwei Schneiden gegenüberstehen. Der in Fig. 148 dargestellte Marshall'sche Bohrer bezweckt die Ueberwindung eines Uebelstandes, der sich bei beiden erstgenannten Werkzeugen einstellen kann. Beim Heben des Erdreichs aus dem Bohrloche schliesst sich dasselbe namentlich im feuchten, thonigen Boden häufig luftdicht ab, und dann erfordert das Herausziehen des Bohrers eine ganz ausserordentliche Anstrengung Seitens der Arbeiter. Die Stange dieses Bohrers ist daher aus einem Rohre *r* gebildet, und durch dieses hindurch eine Stange *a* geführt, mittels deren ein im unteren Theile des Bohrers befindliches Ventil *v* geöffnet werden kann; geschieht dies, so erfordert das Ausheben nicht mehr Kraftaufwand, als das Gewicht der losgelösten Erde und die Reibung verursachen, denn die Luft kann alsdann von oben unter die Erdschicht treten.

Die Standfestigkeit der in gebohrten Löchern stehenden Stangen ist eine bedeutend grössere, als diejenige der in gegrabenen Löchern aufgestellten, es sollte schon aus diesem Grunde die Herstellung der Löcher mittels des Bohrers namentlich an solchen Punkten bevorzugt werden, wo besonderes starke, seitlich auf die Stange wirkende Kräfte zu erwarten sind.

XV. **Die Tiefe**, auf welche die Stangen eingegraben werden, soll im ebenen Terrain und bei gerader Stangenlinie mindestens $\frac{1}{5}$ der Länge der Stangen betragen. Auf Böschungen müssen dieselben bis zu $\frac{1}{4}$ ihrer Länge in das Erdreich eingesenkt werden, während im Felsboden in gesprengten Löchern, wenn für gehörige Befestigung des Fusspunktes gesorgt wird, eine Tiefe von $\frac{1}{7}$ der Stangenlänge genügen kann.

XVI. **Ausrüsten und Setzen der Stangen.** Bevor die Stangen in die Löcher eingesetzt werden, sind sie mit den für die Anbringung der Leitungen nothwendigen Isolatoren zu versehen. Der oberste Isolator ist an der der Strasse, an welcher die Linie entlang läuft, zugekehrten Seite der Stange in 3 cm Entfernung vom tiefsten Punkte der dachartigen Abschrägung derselben einzuschrauben. Der nächste Isolator wird an der entgegengesetzten, der Feldseite, angebracht, der dritte wiederum an der Strassenseite u. s. f. Man nennt dies die „wechselständige Anbringung“ der Isolationsvorrichtungen. Der lothrechte Abstand je zweier Isolatoren unter einander beträgt in der Regel 24 cm. Da, wo mit Rücksicht auf den Verkehr die Erreichung einer beträchtlichen Höhe der Leitungen über dem Erdboden nothwendig wird, können die Isolatoren ohne Bedenken einander bis auf 15 cm Abstand genähert werden.

Für jeden an der Stange anzubringenden Isolator wird mittels eines Löffelbohrers ein Loch vorgebohrt. Der Bohrer muss etwas schwächer sein als die Schraube am Isolator, und das Loch darf auch nicht tiefer als $\frac{3}{4}$ der Schraubenlänge, also für den Normal-Isolator (Fig. 20) nicht tiefer als 6 cm eingebohrt werden, damit die Stütze beim Einschrauben die nöthige feste Verbindung mit der Stange erhält. Das Einschrauben muss unter Anwendung grosser Kraft, erforderlichen Falles unter Zuhülfenahme eines Schlüssels erfolgen, und dabei muss ein Stück des kantigen Theils der Stütze in die Stange eindringen. Hierbei ist der Isolator bis genau auf die zur Stange parallele Stellung zu bewegen, damit ein Zurückschrauben desselben behufs Ausrichtens unter allen Umständen vermieden wird.

Die so mit den Isolatoren ausgerüstete Stange wird, nachdem die Isolatoren sorgfältig gereinigt worden sind, in das für dieselbe bestimmte Loch eingesetzt und unter gehörigem Einwuchten in diejenige Stellung gebracht, in welcher sie festgestampft werden kann. Zum Drehen der Stange bedient man sich des Kanthakens oder einer um das Fussende gelegten Kette und eines zwischen diese und die Stange gezwängten Holzknüppels. Da der Boden um die Stange einsinkt, wenn sich das Erdreich vollkommen setzt, häuft man um das Fussende der Stange nach dem Einrammen einen etwa 30 bis 40 cm hohen Hügel auf.

XVII. **Anbringung der Verstärkungen.** Beim Stangensetzen werden gleichzeitig die Verstärkungen des Gestänges, Anker und Streben, angebracht. Wie der Anker *A* am oberen Theil der Stange *T* anzubringen ist, zeigt Fig. 149. Der das Herabgleiten des Ankers verhindernde Haken *h* wird auf der dem Anker gegenüberliegenden Seite der Stange angebracht und nimmt die Schlinge der mittels eines eingesteckten Holzknebels zu einem Seil zusammengedrehten Eisendrähte auf. Dieses Seil wird, wie in Fig. 150 angedeutet, am Fussende an einem Ankerpfahle von 1,25 m Länge und etwa 14 bis 15 cm Stärke oder auch an einem grossen Stein befestigt, welche in gehöriger Tiefe eingegraben werden. Zur Erreichung einer grösseren Widerstandsfähigkeit des Ankerfusspunktes wird zweckmässig ein quer über dem Ankerpfahl *P* gelegtes Widerlager *W* angebracht, welches aus einem zweiten Ankerpfahl, einer Schwelle oder dergl. bestehen kann.

Fig. 149.

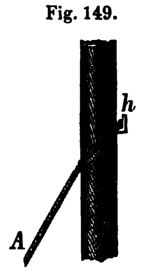


Fig. 150.

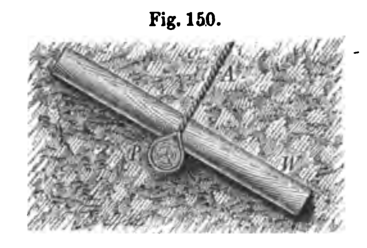


Fig. 151.



Die Strebe wird am oberen, schräg abgeschnittenen Ende mit der Telegraphenstange durch starke Holzschrauben verbunden, während der Fusspunkt derselben in den Boden eingegraben wird. Ist der Boden sehr locker, so wird ein passendes Widerlager für die Strebe dadurch geschaffen, dass man eine Holzschwelle oder einen grossen Stein unter dieselbe legt. Das Zopfende der Strebe wird beim Anschrauben durch mehrere Holzschrauben häufig zersprengt; dieselbe giebt alsdann bei zunehmendem Drucke leicht nach. Es ist daher zweckmässig, am oberen Ende der Stange *T* passend vorgearbeitete Holzklötze *k* in der in Fig. 151 dargestellten Weise als Widerlager für die Strebe *S* festzuschrauben und diese unterhalb derselben zu befestigen.

Dafür, ob man einen Anker oder eine Strebe anbringen soll, sowie für die Anordnung des Fusspunktes und des Angriffspunktes des Verstärkungsmittels, sind meist örtliche Umstände bestimmend und lassen sich schwer allgemeine Regeln darüber geben. Man wird danach streben, den Angriffspunkt der Verstärkung möglichst hoch an der Stange anzubringen und den Neigungswinkel innerhalb 45° möglichst gross zu machen. Wenn nicht gewichtige Gründe dafür sprechen, empfiehlt es sich, die Strebe und den Anker nicht zwischen den Leitungsdrähten, sondern dicht unter dem letzten Isolator angreifen zu lassen.

XVIII. **Böcke und Doppelgestänge.** Die Constructionen der üblichen Böcke und Doppelgestänge sind in Fig. 152 und Fig. 153 in $\frac{1}{25}$ d. n. Gr. dargestellt. Der Bock besteht aus zwei am Zopfende abgeschrägten und zusammen verbolzten Stangen *T T*, deren Fussenden durch die Schwelle *S* und Schraubenbolzen mit einander verbunden sind. In der Regel giebt man demselben auf etwa halber Höhe über dem Boden einen Riegel *R*, welcher gleichfalls durch einen Bolzen befestigt ist. Die Längen der Bolzen sind 30, 40 und 75 cm, deren Stärke 2 cm. Das auf Druck in Anspruch genommene Fussende des Bockes wird erforderlichen Falles durch eine untergelegte Querschwelle *Q* gegen Eindrücken gesichert.

Den Bau der Doppelgestänge, welcher überall da, wo es sich um Fortführung zahlreicher Leitungen handelt, zur Anwendung kommt, macht die Fig. 153 ersichtlich, in welcher die Schnitte und Nebenansichten in vergrössertem Maassstabe neben die Hauptansicht gezeichnet sind und welche nach dem Vorhergehenden (vergl. S. 111) keine nähere Erklärung fordert.

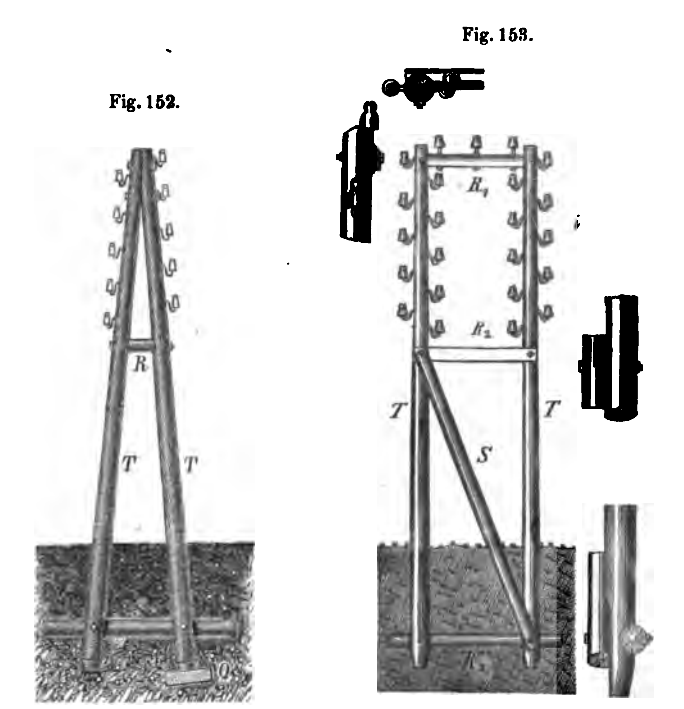


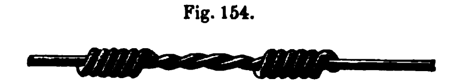
Fig. 152. Fig. 153.

f. Ziehen der Leitungsdrähte.

XIX. **Drahtverbindungen.** Die zur Verbindung der einzelnen Drahtadern unter einander dienenden Löthstellen müssen nicht nur den vollständigen metallischen Zusammenhang der Leitung d. h. die widerstandslose Verbindung derselben sichern, sondern auch diejenige Festigkeit besitzen, welche der Leitungsdraht selbst hat. Die Verbindung, welche zuerst in grossem Maassstabe angewandt wurde, war diejenige mittels der sogenannten Muffen. In ein etwa 35 mm langes Messingstückchen waren zwei Löcher gebohrt, in welche der Leitungsdraht eben hineinpasste. Je eines der zu verbindenden Drahtenden wurde in eines der Löcher von entgegengesetzten Seiten her hineingesteckt und mit dem Hammer an dem durch das Loch der Muffe hindurchragenden Theile etwas breit geschlagen. Beim Anspannen der Leitung wurden alsdann die breit geschlagenen Drahtenden kräftig in die Bohrungen der Muffe hineingetrieben und sicherten lediglich hierdurch die metallische Berührung beider Leitungstheile. Bei dem unververmeidlich eintretenden Rosten der Drahtenden konnten aber Unterbrechungen der leiten-

den Verbindung nicht ausbleiben, und da auch die mechanischen Eigenschaften der Vereinigungsstelle sehr mangelhafte waren, schritt man zu einer anderen Verbindung, bei welcher die metallische Berührung durch *Verlöthen* gesichert und eine bedeutendere Festigkeit erreicht wurde. Diese bis in neuerer Zeit vielfach zur Anwendung gekommene Verbindungsart, die sogenannte *Würgelöthstelle*, ist in Fig. 154 abgebildet. Dieselbe bietet, wenn biegsamer Draht zur Leitung

Fig. 154.



verwendet wird und eine Ueberbeanspruchung des Materials beim Zusammendrehen nicht stattfindet, im gut verlötheten Zustande eine sehr brauchbare Verbindung, wurde aber durch die bedeutend einfacher herzustellende und in vieler Beziehung vorzuziehende *Britannia*- oder *Wickellöthstelle* fast vollständig verdrängt. Fig. 155 bis 158 zeigen

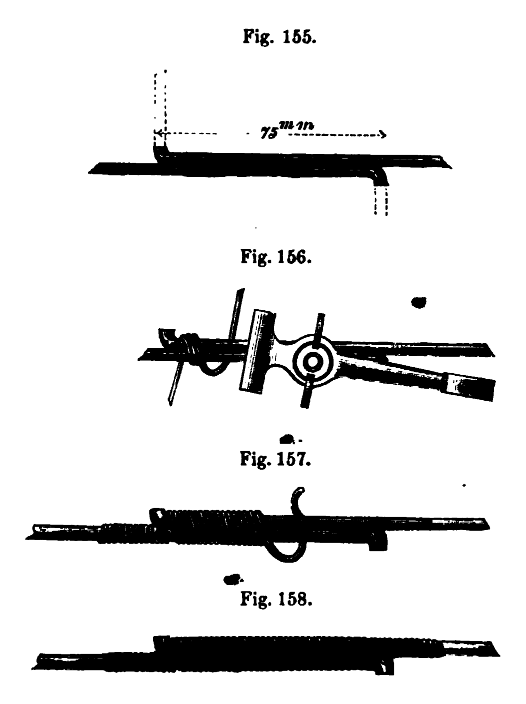


Fig. 155.

Fig. 156.

Fig. 157.

Fig. 158.

die Herstellungsweise dieser Verbindung. Die metallisch reinen Enden der zu verbindenden Leitungsdrähte werden im rechten Winkel umge-

bogen (Fig. 155) und mittelst Feilklobens auf die erforderliche Länge, bei 4 mm starkem Drahte auf 75 mm, bei 5 mm starkem Drahte auf 100 mm, zusammengespannt (Fig. 156), mit 1,5 mm starkem verzinkten Eisendraht umwickelt (Fig. 157) und verlöthet, um die fertige Verbindungsstelle (Fig. 158) zu ergeben. Dieselbe bietet eine ausserordentliche Festigkeit und sichert die metallische Berührung unter allen Umständen, sie lässt sich ferner auch bei festerem, weniger biegsamen Drahte anwenden und vereinigt somit alle Eigenschaften, welche man verlangen kann. Das Löthen der Verbindungsstelle geschieht, wenn es sich um Herstellung zahlreicher Löthstellen handelt, durch Eintauchen in ein Bad aus mit entsprechendem Bleizusatze versehenem Zinn, sind dagegen nur wenige Verbindungen zu löthen, so erfolgt dasselbe zweckmässig mit der Löthlampe (Stichflamme) oder mit dem Kolben. Nach dem Verlöthen wird die Löthstelle zur Neutralisirung der zur Verwendung kommenden Säure in Kalkwasser gewaschen und zum Schutz gegen Oxydation getheert.

XX. **Recken, Spannen und Reguliren des Leitungsdrahtes.** Nachdem der Draht auf der Baustrecke ausgerollt und die Verbindung der Drahtadern untereinander hergestellt ist, wird derselbe gerade gereckt, mittels Haken in die Stützen der an den Stangen befindlichen Isolatoren gehoben, angespannt und regulirt. Hierzu dient entweder ein Flaschenzug oder eine Winde. Da man jetzt beim Bau der Leitungen meist Winden anwendet, sei hier nur der Flaschenzug erwähnt, den man zweckmässig bei Reparaturen an den Leitungen, bei Drahtbrüchen u. dergl. in Gebrauch nimmt. Dieser Flaschenzug besteht aus zwei gleichen Theilen, deren einer in Fig. 159, S. 134, in zwei Ansichten dargestellt ist. In den Bügeln B sind je 3 Rollen r gelagert, über die ein Seil ab in der in Fig. 160 schematisch dargestellten Weise geleitet ist. Mittels dieses Seiles werden die beiden Flaschen F_1 und F_2 aneinandergezogen. In den Bügeln B, Fig. 159, sind Haken h drehbar angebracht, welche zur Aufnahme der sogenannten Froschklauen k dienen. Werden die Drahtenden in diese Klauen gelegt und wird darauf das Seil angezogen, so pressen die auf der inneren Seite durch Aufhauungen geschärften, zangenartigen Theile der Klauen den Draht zwischen sich, halten ihn fest und ermöglichen so ein Zusammenziehen, bezw. Spannen der Leitung.

Die gewöhnlich zum Drahtspannen verwendete Winde ist in Fig. 161 abgebildet. Das Gestell G, welches mittels der Kette k am unteren Ende einer Telegraphenstange befestigt wird, trägt die um die Axe a drehbare Kurbel K, an deren Welle das Triebrad t und das Sperrrad r_1 fest sind. Während in dieses der Sperrkegel s einfällt, greift jenes in die Zähne des Rades r_2 ein und setzt hierdurch die Welle b in Be-

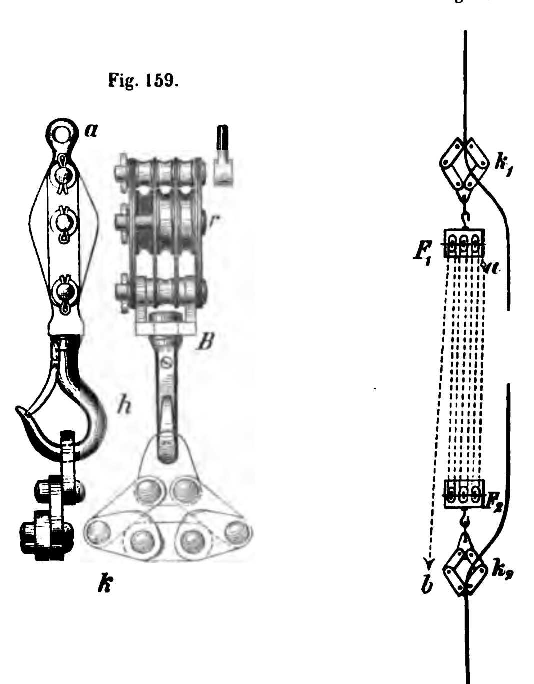


Fig. 159.

Fig. 160.

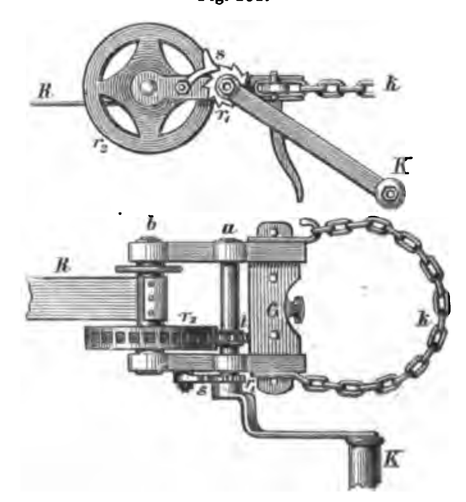


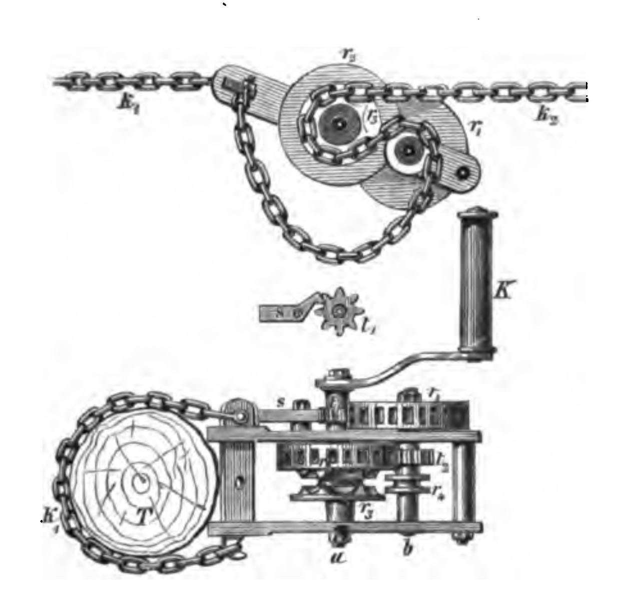
Fig. 161.

wegung, welche den Riemen R auf sich aufwickelt. Am Ende des Riemens ist eine Froschklaue angebracht, mit welcher das Ende des Drahtes erfasst wird. Beim Anspannen der Leitung durch Drehung der Kurbel k hemmt alsdann der Sperrkegel die Rückwärtsbewegung derselben.

Für starke Leitungsdrähte reicht indessen der Zug, der mit dieser Winde ausgeübt werden kann, nicht aus und wird eine solche mit doppelter Räderübertragung nothwendig, welche in Fig. 162 in der von



Fig. 162.

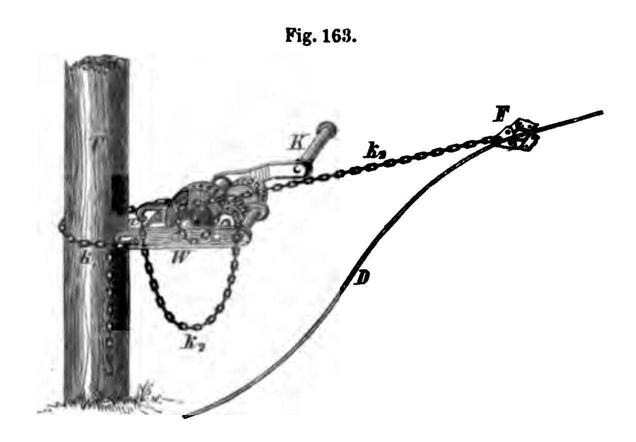


Siemens & Halske ausgeführten Construction dargestellt ist. Die Kurbel k und das Triebrad t_1 sind mit der Welle a fest verbunden. Das Triebrad t_1, gleichzeitig als Sperrrad dienend, greift in das Rad r_1 ein, welches mit dem Triebrade t_2 auf der gemeinsamen Welle b festsitzt. Dieses Trieb t_2 bewegt das Rad r_2, welches, mit dem Kettenrade r_3 ein Stück bildend, sich lose auf der Welle a drehen kann, während die Führungsrolle r_4 auf der Axe b lose geht. Die Kettenführung macht die Figur 162 ersichtlich. Die Anbringung der Winde W mittels der Kette k_1 an der Telegraphenstange T sowie das Spannen des Drahtes D durch Vermittlung der Kette k_2 und der Froschklaue F ist

in Fig. 163 dargestellt, und es dürfte eine weitere Erklärung der Handhabung der einzelnen Theile nicht nöthig sein.

Durch kräftiges Anspannen des Leitungsdrahtes wird derselbe, bevor er auf die Stützen der Isolatoren gelegt wird, zunächst gerade gereckt, so dass alle jene kleinen Unebenheiten, welche das Rollen des Drahtes und das Handhaben desselben beim Verlöthen der Adern hervorbringen konnten, verschwinden. Nach dem Auflegen der Leitung auf die Stützen wird dem Drahte alsdann durch Spannen und Nachlassen mittels der Winde der erforderliche Durchhang gegeben. Ist diese Arbeit, welche man das Reguliren des Drahtes nennt, ausgeführt, so wird die Leitung kurz vor der Winde mittels Froschklaue und Kette an der nächstliegenden Stange „abgefangen“, d. h. so festgelegt, dass die Winde entfernt und einige Stangenlängen weiter befördert werden kann, worauf man von da aus das nämliche Verfahren beginnt. Nach Beendigung desselben kann alsdann die Losnahme bezw. das Weiterrücken des zum Abfangen der vorhergehenden Theilstrecke dienenden Frosches erfolgen.

Fig. 163.



XXI. **Bindungen.** Während man so streckenweise fortarbeitend die Leitung reckt, auf die Isolatoren bringt und regulirt, folgen dieser Arbeit Leute, welche den Leitungsdraht an den Isolatoren festbinden. In gerader Strecke wird der Draht auf dem Kopfe des Isolators, in Curven und bei Winkelpunkten in der Einkerbung unterhalb des Kopfes festgebunden. Im letzteren Falle ist zu berücksichtigen, dass der Zug des Leitungsdrahtes den Isolator selbst und nicht den Bindedraht trifft. An diesen Stellen muss daher die Leitung stets hinter den Isolator gelegt werden und es darf in keinem Falle ein Heranziehen derselben

an den Isolator durch den Bindedraht erfolgen. Der zu den Bindungen dienende 2 mm starke verzinkte Eisendraht wird, in die erforderlichen Längen geschnitten, bereit gehalten. Die Art der Bindungen ist aus Fig. 164 und 165 ersichtlich. Während zur Bindung des seitlich am Isolator befestigten Leitungsdrahtes ein Bindedraht genügt, wird die Kopfbindung mit zweien bewirkt. Die Bindungen werden unter Zuhülfenahme gewöhnlicher Drahtzangen ausgeführt.

Fig. 164.

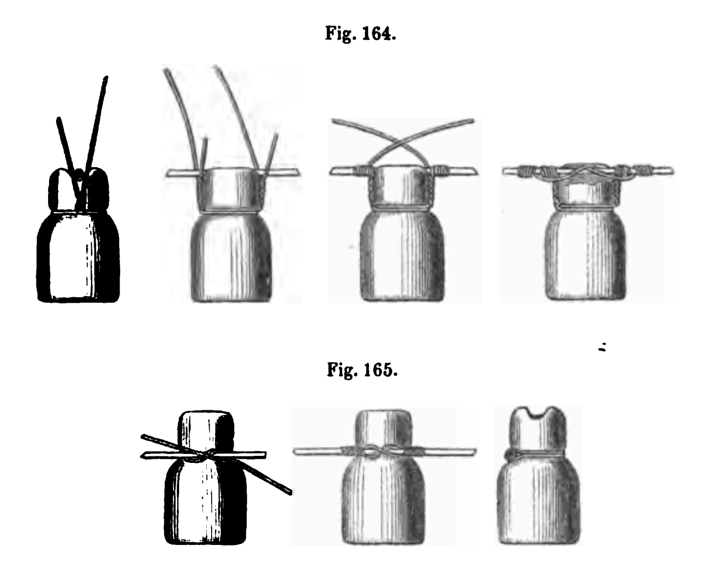


Fig. 165.

XXII. **Abspannungen und Consolen.** An den Endpunkten der Leitung, an Ueberführungspunkten u. dergl. müssen die Enden der Leitungsdrähte festgemacht — abgespannt — werden. Zu diesem Behufe werden entweder mit besonders starken Stahlstützen ausgerüstete Endisolatoren in die kräftig verstrebten und verankerten Endpfosten eingeschraubt, oder man bedient sich zweier nebeneinander, unter einem Winkel von etwa 90° gegeneinander in die Telegraphenstange eingeschraubten gewöhnlichen Isolatoren, an welchen beiden man den Leitungsdraht befestigt. Der Draht wird zweimal vollständig um den Kopf des Isolators herumgelegt und das Ende desselben um die Leitung gewickelt und erforderlich scheinenden Falles verlöthet. Lässt der Leitungsdraht seiner Härte wegen ein Umwickeln um sich selbst nicht rathsam erscheinen, so stellt man nach zweimaligen Umschlingen desselben um den Isolatorkopf eine Britannia-Löthstelle dicht am Isolator her. An solchen Punkten, wo in der Mitte der Strecke die Leitung ab-

gespannt werden muss, bedient man sich der sogenannten Abspannconsolen (Fig. 166), welche aus Gusseisen construirt und mit Stahlstützen für die Isolatoren armirt sind. Dieselben dienen auch zur Untersuchung einer durchgehenden Leitung an zwischenliegenden Stationen und werden alsdann mit einer Klemme (Fig. 167) verbunden. Die Wahl der geeigneten Klemme selbst ist hierbei wesentlich. Bei Verwendung von Klemmen, deren Schrauben direct mit der Schraubenspindel gegen den Draht pressen, erfolgt häufig ein Abbrechen des Leitungsdrahtes, wodurch unangenehme Reparaturen und Störungen eintreten können. Eine zweckmässige Verbindungsklemme, wie sie Siemens & Halske zu den Consolen liefern ist in Fig. 168 dargestellt.

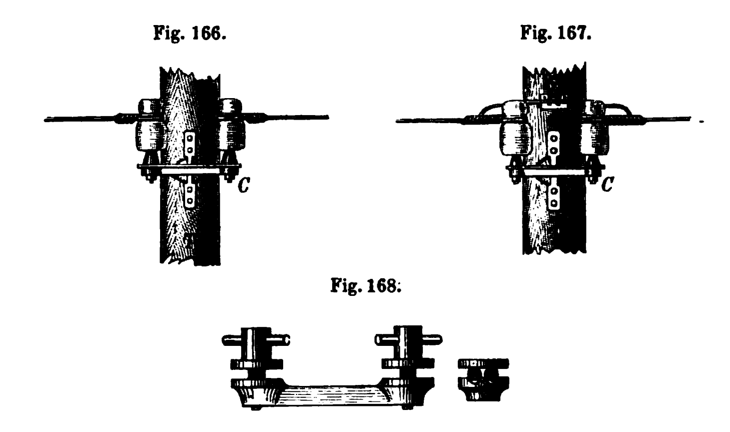


Fig. 166. Fig. 167. Fig. 168.

Beide Leitungsdrahtenden passiren unter beiden Schraubenköpfen hindurch und können durch die Köpfe der zwischenliegenden Schrauben in kräftigster Weise angepresst werden, ohne dass ein Abwürgen der Drahtenden zu befürchten ist.

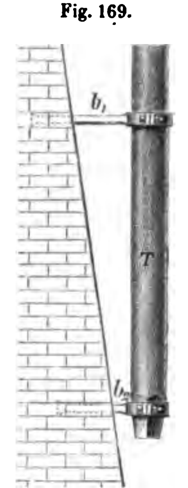
§. 6.

Besondere Anlagen beim Bau oberirdischer Telegraphenlinien.

I. **Führung der Leitungen über Brücken, durch Tunnel, an Häusern, Mauern und dergl.** Von den mannichfachen Constructionen der Träger für die Telegraphenleitungen an solchen Punkten, wo die Aufstellung der gewöhnlichen Stangen unthunlich ist, können hier nur beispielsweise einige aufgeführt werden, während eine erschöpfende

Betrachtung aller der verschiedenen zweckmässig in diesem oder jenem Falle zu treffenden Vorkehrungen zu weit führen würde; hierbei sei auf die den Gegenstand im einzelnen behandelnde Telegraphen-Bauordnung verwiesen.

Fig. 169.



Ueber längere Eisenbahnbrücken führt man die Leitungen in der Regel auf kurzen eisernen, gewöhnlich von starkem Rohre gebildeten Ständern, deren Construction derjenigen der bereits beschriebenen eisernen Telegraphenstangen ähnlich ist. An massiven Brücken greift man hie und da zur seitlichen Befestigung der gewöhnlichen hölzernen Stangen am Mauerwerk mittels Schellen b_1, b_2 und Mauerbolzen, wie dies Fig. 169 zeigt. Die untere Schelle b_2 ist diesfalls kantig zu gestalten und die Stange entsprechend einzupassen, damit eine Drehung des gesammten Trägers durch einen seitlich wirkenden Zug der Leitungen nicht erfolgen kann. Häufig müssen, wie auch an Häusern, Mauern u. s. w., welche die Linie berührt, an den Brückenpfeilern sogenannte Mauerbügel oder Winkelstützen angebracht werden, deren Bau je nach dem zu Gebote stehenden Raume in der in den Figuren 170 und 171 dargestellten, oder in einer ähnlichen Weise so gestaltet werden muss, dass eine möglichst grosse Festigkeit mit

Fig. 170.

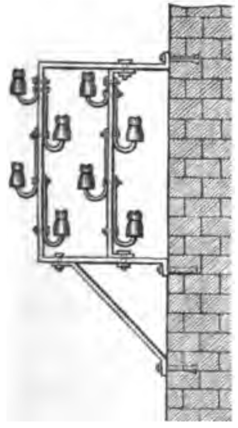


Fig. 171.

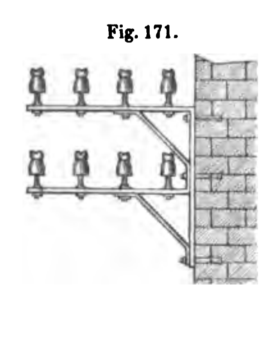
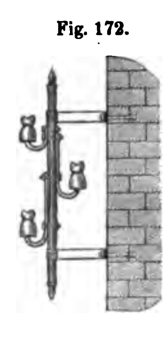


Fig. 172.



grösster Einfachheit des Trägers verbunden wird. Eine gefällige Form erhalten die Mauerbügel durch Verwendung von Rohren als Träger der Isolatoren, wie dies Fig. 172 zeigt. Der Befestigung der Steinschrauben

oder Mauerbolzen ist die grösste Aufmerksamkeit zu widmen, die Löcher dürfen nicht viel grösser als nothwendig in das Mauerwerk geschlagen werden, und es erfordert namentlich auch das Eingypsen grosse Sorgfalt, wenn die nöthige Sicherheit gegen Lockerwerden der Träger erreicht werden soll.

An Gitterbrücken müssen die Träger für die Isolatoren so an-

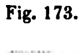


Fig. 173.

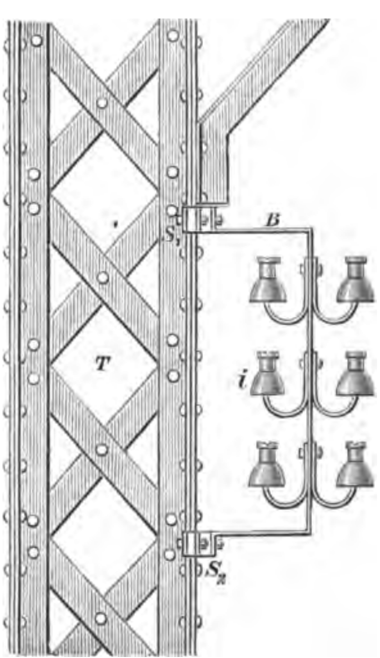
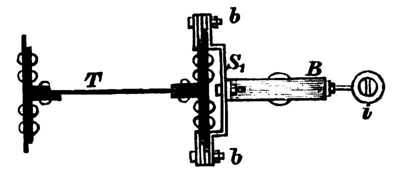


Fig. 174.

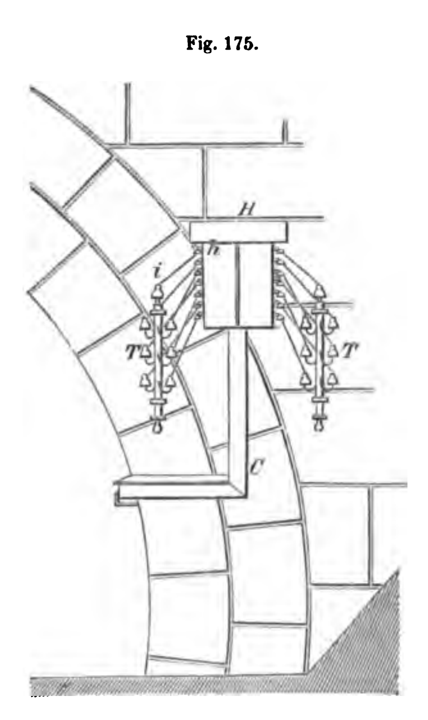


gebracht werden, dass ein Anbohren der Brückenträger unter allen Umständen vermieden wird. Dieselben werden daher mit Schellen an den Trägern der Brücke etwa in der in Fig. 173 und 174 gezeichneten Weise

befestigt. Diese Figuren stellen die Führung der Leitungen über die Rheinbrücke bei Mannheim dar, wie dieselbe von A. Schell bewirkt wurde. Der 6 Isolatoren *i* tragende Bügel *B* wird durch Vermittelung zweier mit demselben verbundener Schellen S_1 und S_2 mittels der Schraubenbolzen *b* am Träger der Brücke *T* befestigt.

Durch längere Tunnel werden die Leitungen immer in Kabeln geführt, während bei sehr geringer Länge derselben oft einige Mauerbügel genügen, um die Leitungen durch dieselben hindurch zu führen. Fig. 175 stellt den Endpunkt der oberirdischen Leitungsführung oder

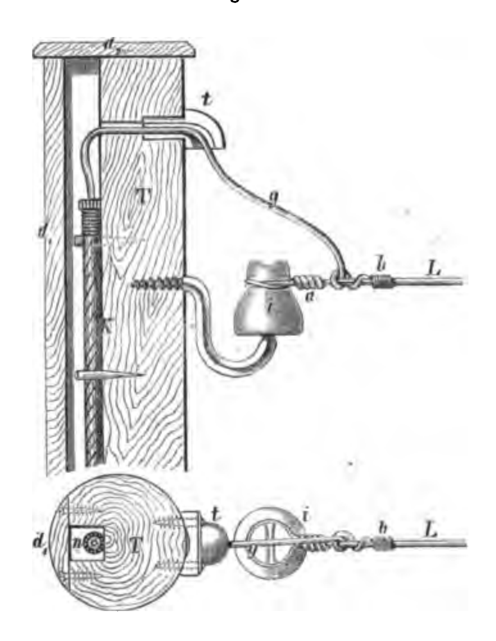
Fig. 175.



die Kabeleinführungsstelle eines längeren Tunnels dar. Während die oberirdischen Leitungen an den von den Rohrträgern *T* getragenen Isolatoren *i* ihr Ende finden, schliessen sich daselbst an dieselben die aus den hölzernen Kabelschutzkasten *H* durch die isolirenden Hülsen *h* herausgeführten Leitungsdrähte des in dem Holzcanale *C* zugeführten Kabels an.

II. **Die Verbindung oberirdischer Leitungen mit unterirdischen** erfolgt nach dem in Fig. 176 dargestellten Principe, in welchem der einfachste Fall der Verbindung einer einzelnen Leitung mit einem einadrigen Kabel angenommen ist, und zwar bildet hier die den Endisolator *i* tragende Telegraphenstange *T* selbst die Kabeleinführungssäule. An einer Seite der Stange ist eine Fläche angehobelt, in deren Mitte eine Nuthe *n* eingesenkt wird, welche zur Aufnahme des Kabelendes dient und mittels des Deckels d_1 verschlossen wird. Der isolirte Leitungs-

Fig. 176.



draht des Kabels *g* ist durch einen an der Stange oberhalb des Endisolators angebrachten Isolirtrichter *t* geführt, kurz vor der bei *a* hergestellten Befestigung des am Isolator *i* endigenden oberirdischen Leitungsdrahtes *L* um diesen herumgeschlungen und bei *b* die leitende Litze der Ader mit dem Eisendrahte verlöthet. Ein zweiter Holzdeckel d_2 schliesst die Oeffnung der Stange *T* ab. Ist die Verbindung mehrerer oberirdischen Leitungen mit mehradrigen Kabeln auszuführen, so werden eine entsprechende Anzahl derartiger einfacher Einführungen neben einander oder übereinander nothwendig, deren zweckmässige

Gruppirung alsdann in Frage kommt. Da jedoch bei derartigen Einführungen die Behandlung der Kabel selbst wesentlich berücksichtigt werden muss, die zweckmässige Unterbindung der Kabelenden, die Handhabung der isolirten Drähte und Anderes mehr zu erörtern bleibt, soll hier nicht näher darauf eingegangen, sondern in dem bezüglichen Theile über die unterirdischen Leitungen das zur Ergänzung Nothwendige hervorgehoben werden.

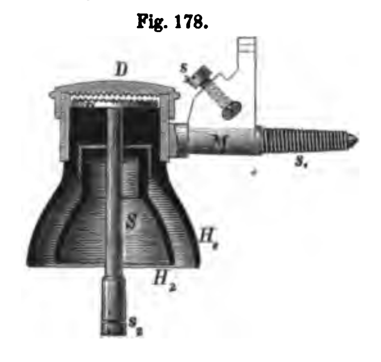
III. **Schutz der oberirdischen Leitungen gegen Blitzschläge.** Zum Schutz der oberirdischen Leitungen gegen Blitzschläge — an solchen Stellen, wo die Anbringung der gewöhnlichen in den Stationsräumen aufgestellten Blitzableitungsvorrichtungen nicht möglich ist — werden segenannte Blitzableiterisolatoren angebracht.

Fig. 177.



Eine unvollkommene Vorrichtung dieser Art, Oppenheimer's Blitzableiterisolator, zeigt Fig. 177. Der Isolator bietet in seinem allgemeinen Bau nichts von den gewöhnlichen Formen von Isolatoren mit Eisenschutzkappe Abweichendes. Die Isolationshülse desselben ist aber am oberen Ende durchbrochen, so dass eine an die Stütze angedrehte Spitze bis in die Nähe der eisernen Kappe kommt. Die Berührung beider Theile ist durch Zwischenlegen eines aus isolirender Masse hergestellten Ringes verhindert. Wird der Leitungsdraht an dem Kopfe des Isolators festgebunden, die Stütze dagegen mit der Erde, sei es durch Vermittelung eines eisernen Trägers, sei es durch einen besonderen Draht, in leitende Verbindung gebracht, so ist durch die Spitze ein naher Weg für die atmosphärische Entladung geboten. Diese Einrichtung hat den Nachtheil, dass bei eintretender Entladung nur diese eine Spitze als Weg zur Erde vorhanden ist, und dass in Folge dessen bei nur einigermaassen kräftigen Funken ein Schmelzen derselben und hiermit eine Beschädigung des Isolators eintritt.

Fig. 178.

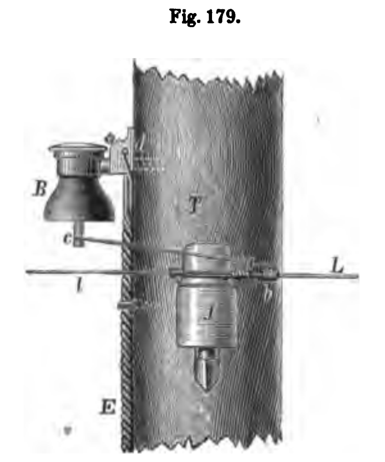


Das von der deutschen Reichstelegraphenverwaltung angenommene Muster des **Stangenblitzableiters Siemens & Halske**'scher Construction ist in Fig. 178 dargestellt. In dem mit einem Holzschraubengewinde s_1 versehenen Messingträger M ist eine Hartgummihülse H_1 und in diese eine zweite solche H_2 befestigt. Die den Leitungsdraht tragende Stütze S ist am unteren Ende mit einer Klemmschraube

s_2 versehen, während der obere Theil sich zu einer Platte *P* verbreitert. Diese ist mit zahlreichen eingefrästen Querriefen versehen und kommt in unmittelbare Nähe der gleichfalls und zwar durch concentrische Ringe gerieften inneren Bodenfläche des Deckels *D*. Wird nun der Träger *M* des Blitzableiterkopfes mit der Erdleitung durch Vermittelung der Schraube s_1 in Verbindung gebracht, so ist der Weg für die atmosphärische Entladung zur Erde durch die zahlreichen sich nahe gegenüberstehenden Punkte der Platte *P* und des Deckels *D* geboten.

Diese Blitzableiterisolatoren werden gewöhnlich nur an Kabeleinführungspunkten angebracht und dann häufig an der Abpsannstange *T* mit den oberirdischen Leitungen in der in Fig. 179 dargestellten Weise verbunden. Am Isolator *J* ist zunächst die Befestigung des Leitungsdrahtes *L* bei *a* und die Vereinigung desselben mit der nach der Kabeleinführung gehenden Verbindungsleitung *l* durch die Löthung bei *b* ersichtlich. Die Ueberführungs- oder Verbindungsleitung wird gewöhlich aus 2,5 mm starkem Leitungsdrahte hergestellt. Während nun die Leitung *L* durch die Verbindung *b c* mit dem isolirten Theile des Blitzableiterkopfes *B* verbunden wird, werden die Enden einer Erdleitung *E* bei *d* mit dem Träger desselben in Contact gebracht. Diese Art der Anbringung gestattet für den Fall einer nothwendig werdenden Auswechselung des Blitzableiterkopfes, dieselbe ohne Störung des Betriebs der Leitung vorzunehmen. (Vgl. Fig. 298 auf S. 511 des **1.** Bd.)

Fig. 179.

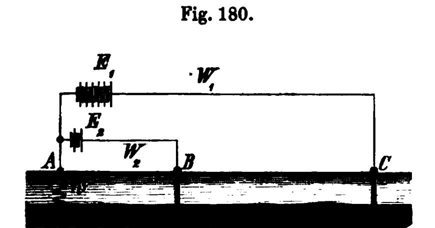


IV. **Erdleitungen.** Für fast sämmtliche telegraphische Verbindungen wird die Erde als Rückleitung benutzt und nur in äusserst seltenen Fällen zur Schliessung des Leitungskreises eine besondere Drahtleitung verwendet. Die Möglichkeit, die Leitungsfähigkeit des Erdkörpers zur gemeinsamen Schliessung aller auf dessen Oberfläche vorhandenen isolirten Stromkreise zu verwenden, beruht darauf, dass der Widerstand der Erde selbst gleich Null ist. Bei Herstellung der telegraphischen Verbindung zwischen zwei Orten handelt es sich daher in jedem Falle darum, die Enden der zwischen denselben vorhandenen Leitung mit der Erde in der Weise zu verbinden, dass die Berührungsstelle selbst keinen Widerstand hat. Dies ist indessen keinesfalls überall ohne Weiteres möglich, da die thatsächlich als widerstandslos zu betrachtenden

Erdschichten häufig erst in grösseren Tiefen, welche Grundwasser führen, zu erreichen sind. Trockene und auch feuchte Erdschichten aber bieten oft, selbst wenn ein beträchtlicher Querschnitt derselben durch gut leitende grosse Berührungsflächen zur Leitung des Stromes verwendet werden kann, einen sehr erheblichen Widerstand, dessen Werth in Betracht gezogen werden muss. Denn die Erde ist nicht in dem Sinne als ein Leiter der Elektricität zu betrachten, als böte dieselbe dem Strome zwischen zwei Stationen einen gewissen Widerstand dar, der von der Entfernung derselben, der Bodenbeschaffenheit u. s. w. abhängig sei, sondern sie bildet lediglich einen grossen widerstandslosen Körper, mit welchem die Enden der Leitung in Berührung sind. An diesen Enden aber findet der Strom Uebergangswiderstände zu diesem Körper, welche je nach besserer oder schlechterer Leitungsfähigkeit der betreffenden Bodenschichten als eine Verlängerung der Leitung selbst betrachtet werden müssen. Die Herstellung einer gut leitenden Berührung der Leitung mit der widerstandslosen Masse der Erde wird durch Versenken von Platten erstrebt, welche durch gut leitende metallische Verbindungen mit derselben bezw. mit den Apparaten in Berührung stehen. In welcher Weise die Erdleitung im Betriebe der Linien als Widerstandsgrösse auftritt, mit der in jeder Beziehung gerechnet werden muss, möge das nachfolgende Beispiel erläutern.

V. **Einfluss des Widerstandes der Erdleitungen.** Seien ABC, Fig. 180, drei Telegraphenstationen und von ersterer eine telegraphische

Fig. 180.



Verbindung nach beiden letzteren herzustellen. Der Widerstand der Leitung AC, einschliesslich der Apparate zum Betriebe derselben, sei $W_1 = 1000$ S. E., derjenige der Leitung AB sei $W_2 = 50$ S. E. In A sei eine Erdleitung vorhanden, deren Widerstand $w = 100$ S. E. betrage, während in B und C gute, d. h. widerstandslose Erdverbindungen hergestellt seien. Angenommen, die Stromstärke, welche zum Betrieb der für die Linie vorgesehenen Apparate erforderlich wäre, sei 1 Element auf je 50 S. E. Widerstand, so würden für die Batterie nach C,

welche E_1 genannt werden möge 22, für die nach B hin E_2 3 Elemete anzuordnen sein, und es mögen beide Batterien mit denselben Polen in A zur Erde geführt sein. Die Stromwege durch Linien darstellend, erhält man das in Fig. 48 Bd. 2, S. 71 gegebene Schema, und es ergiebt sich unter Einsetzung oben angenommener Werthe in die S. 72 gegebenen Formeln, wenn beide Linien als geschlossen betrachtet werden, dass die Stromstärke in Leitung AC $\frac{1}{52}$ ist, während dieselbe in dem Stromkreise AB nur $\frac{1}{141}$ beträgt. Es zeigt sich also, dass ein sehr beträchtlicher Theil des von der Batterie E_1 erzeugten Stroms von A nach B geht und den Strom dieses Kreises fast vernichtet. Bei Arbeitsstrombetrieb würde, wenn C nach A Zeichen sendet, B solche gleichzeitig empfangen, kurz, der Erdleitungswiderstand in A würde in mannigfachster Art den Betrieb in empfindlichster Weise stören, wo nicht vollständig in Frage stellen. Wenn es nicht gelänge, das Hinderniss zu beseitigen und eine gute Erdleitung in A herzustellen, müsste zur Herstellung von Rückleitungen geschritten werden.

VI. **Die Herstellung einer guten Erdleitung** hängt, wie erwähnt, im Wesentlichen davon ab, ob mit der, die innige Berührung mit den leitenden Schichten der Erde vermittelnden, das Ende der Leitung bildenden Platte der Grundwasserstand erreicht werden kann. Wo die Verlegung der Erdleitung im Grundwasser selbst nicht möglich ist und nur feuchte Schichten in der Nähe derselben zugänglich sind, muss dadurch, dass man der Erdplatte eine möglichst grosse Oberfläche giebt, dafür Sorge getragen werden, dass die die Verbindung mit dem widerstandslosen Erdkörper herstellende, schlecht leitende Schicht einen möglichst grossen Querschnitt habe. Auch der Widerstand der Verbindungsleitung zwischen Erdplatte und Stationsgebäude, bezw. demjenigen Punkte, an welchem die „Erde“ an die Apparate verbunden wird, kommt wesentlich in Betracht. Wenn die Platten in grössere Tiefen oder an vom Stationsgebäude entfernten Punkten versenkt werden müssen, muss der Querschnitt der Verbindungsleitung möglichst gross gewählt werden, so dass der Widerstand derselben als gleich Null betrachtet werden kann.

Man verwendet gewöhnlich eiserne Platten von 3 bis 4 Quadratmetern Oberfläche, an welche, behufs Herstellung der Zuleitung, Bandeisenschienen von 50 × 5 mm Querschnitt befestigt werden. An der Verbindungsstelle werden Blechplatte sowohl wie Bandeisen sorgfältig verzinnt, dann durch Nieten verbunden, verlöthet und die fertige Verbindung zum Schutz gegen Rosten mit Lack überkleidet. Ebenso werden die Verbindungen der Bandeisenschienen untereinander hergestellt, wenn eine längere Fortführung der Erdleitung nothwendig wird, oder man verwendet zu diesem Zwecke aus mehrfachen Leitungsdrähten von 4



oder 5 mm Durchmesser hergestellte, an den Enden gut verlöthete Seile. In jedem Falle empfiehlt es sich, die Erdleitungsschiene selbst bis in das die Apparate aufnehmende Stationszimmer hineinzuführen und dort selbst erst die an die Apparate zu leitenden Drähte, wozu am zweckmässigsten 2 mm starke, blanke Kupferdrähte Verwendung finden, anzulöthen, dagegen alle Klemmen oder Schraubenverbindungen in der Erdleitung zu vermeiden.

Vielfach wendet man namentlich, wenn es sich um vorläufige Einrichtungen handelt, als Erdleitung einen bis auf den Wasserspiegel vergrabenen Ring gewöhnlichen Leitungsdrahts an, der allerdings die erforderliche Oberfläche vollständig bietet, bei längerem In-der-Erde-liegen aber keine Sicherheit dafür gewährt, dass nicht durch Abrosten eine Unterbrechung in der Erdleitung eintritt. An Bahnen, die durch sandigen Boden führen, werden hie und da die Eisenbahnschienen als Rückleitung benutzt. Zur Erreichung der erforderlichen Sicherheit für die dauernde Unterhaltung der widerstandslosen Verbindung wird es hierbei nothwendig, die aus starken Drahtseilen gebildete Erdleitung an mehreren Punkten des Geleises und an verschiedene Schienen anzuschliessen.

Gas und Wasserleitungsrohre bilden in der Regel gute Erdverbindungen und können als solche die Verlegung von besonderen Erdplatten entbehrlich machen. Es ist aber in jedem Falle nothwendig, dass man sich davon überzeugt, dass die Hauptleitung in der nöthigen Tiefe liegt, und es muss die Erdleitung unter allen Umständen an den Hauptrohrstrang durch Verlöthen angeschlossen werden. Ein Unterschrauben der Erdleitung unter die Flanschen von Hausleitungsrohren gewährt, namentlich bei Gasleitungen, durchaus keine Bürgschaft für die Erzielung einer guten Erde.

Das Eisen ist für Herstellung von Erdplatten das geeignetste Material und findet hauptsächlich wegen der geringen Polarisation, die es aufweist gegenüber dem weniger schnell oxydirenden Kupfer, Anwendung. Es ist nothwendig, dass die Berührungsstellen an beiden Enden der Leitung von demselben Metall sind. Würde beispielsweise an einem Ende das Rohr der Wasserleitung, am anderen eine kupferne Erdplatte als Erdverbindung benutzt, so würde, da beide im feuchten Erdreich befindlichen Metalle durch die Leitung verbunden sind und ein Element bilden, ein dauernder Strom in der Leitung vorhanden sein.

VII. Es erübrigt nun noch, die **Einführung der oberirdischen Leitungen in die Stationsgebäude** zu betrachten. Für deren zweckentsprechende Anordnung ist zunächst die Wahl des Standortes der Stange von Bedeutung, von welcher aus die Leitungen nach dem Stationszimmer geleitet werden sollen. Häufig muss zur Anbringung von Mauerbügeln

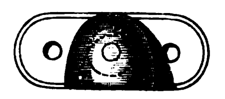
oder anderen geeigneten Unterstützungen gegriffen werden, um die Leitungen der Einführungsstelle zweckmässig zuzuführen, oft auch können die Endisolatoren der oberirdischen Leitungen unmittelbar an den Mauern der Stationsgebäude, sei es durch Einschrauben in die Balken, sei es durch Eingypsen derselben, befestigt werden. Zur Herstellung der nothwendig werdenden Zuleitungen, sowie der Ueberführungsleitungen über Strassen und Schienenwege, wird von demjenigen Punkte aus, an welchem die Leitungen abgespannt werden, leichte Leitung (2,5 mm starker Eisen- oder Stahldraht) bis nach den am Stationsgebäude angebrachten Endisolatoren geführt.

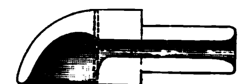
Die Durchführung der Leitungen durch die Wände erfordert ganz besondere Vorsicht, um die dauernde gute Isolation zu sichern. Am zweckmässigsten ist es, dass man oberhalb des Endisolators in die zu durchdringende Wand eine Röhre aus isolirendem Materiale einsetzt, welche in einen Trichter endigt, der seine Mündung nach unten kehrt. Durch diese hindurch zieht man einen mit isolirender Ueberkleidung versehenen, an die am Endisolator befestigte Leitung angelötheten Draht. Die hierzu dienenden Vorrichtungen, die in Fig. 181 und 182

Fig. 181.



Fig. 182.



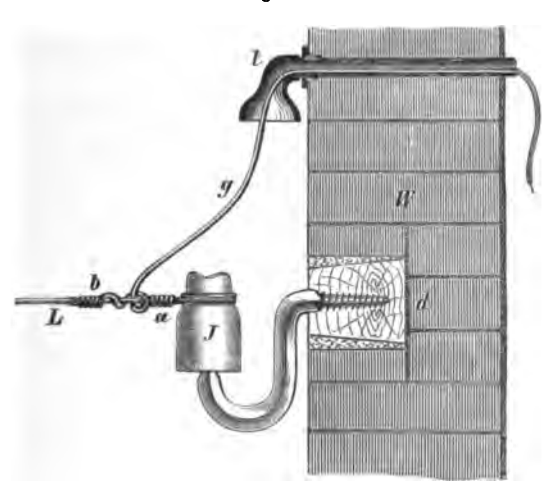


abgebildeten Einführungstrichter, müssen stets oberhalb des Endisolators der oberirdischen Leitung befestigt werden, damit das vom Drahte sowohl wie vom Trichter abtropfende Wasser stets über die Isolirglocke des Endisolators seinen Weg nehme und nicht in die Höhlung der isolirenden Hülse, bezw. in das Innere des Stationsraumes eindringen kann. Bei dieser Anordnung wird eine Berührung des Einführungsdrahtes mit dem Mauerwerk vollständig vermieden. Es ist dies besonders aus dem Grunde wichtig, weil bei Führung der mit isolirenden

Schutzhüllen versehenen Drähte über Kanten und Vorsprünge der Mauern leicht Beschädigung dieser Hüllen dadurch eintreten können, dass das Isolationsmaterial an der Berührungsstelle durchgerieben wird, oder dass sich bei eintretendem Erweichen desselben in der Sonnenhitze der Leitungsdraht durch dasselbe hindurchdrückt, um alsdann bei später hinzutretender Feuchtigkeit störende Nebenschliessungen und schwer auffindbare Fehlerstellen zu verursachen. In Fig. 183 ist die Anordnung

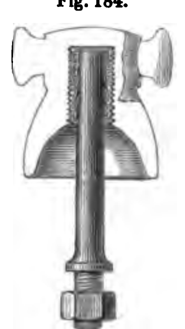


Fig. 183.



dargestellt. Die oberirdische Leitung L ist an dem in dieser oder jener Weise an der Wand W befestigten Endisolator J gelegt und bei a festgemacht. Oberhalb derselben wird der Trichter t durch die durchlochte Wand geführt und durch diesen der Draht g, welcher mit Guttapercha, Gummi, oder Wachs und Baumwolle isolirt ist, nach dem Stationsraum geleitet. Bei a ist dieser Draht um die Leitung L geschlungen und das Ende desselben bei b mit dieser verlöthet.

Fig. 184.

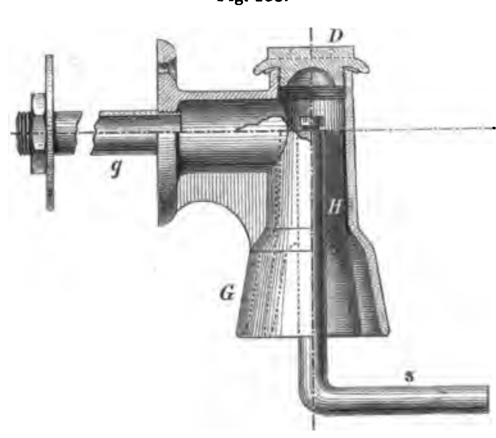


Häufig bringt man auch an der Wand des Stationsgebäudes einen horizontalen Mauerbügel an, auf welchem Isolatoren von der Form Fig. 184 befestigt sind, und führt von diesen aus die mit isolirenden Hüllen versehenen Zimmerleitungsdrähte in den Stationsraum. Hierbei dienen die seitlichen Knöpfe zur Festlegung der Drähte durch Umwinden.

Früher war eine Einführung vielfach im Gebrauch, bei welcher von den Endisolatoren aus isolirte Drähte durch die Löcher eines über denselben angebrachten Brettes geführt wurden, um so durch eine in der Wand befindliche Oeffnung in das Stationszimmer geleitet zu werden. Ueber dem Brett war ein Blechschutzdach angeordnet, welches die Feuchtigkeit abhalten sollte. Nachdem die Deutsche Reichstelegraphenverwaltung von dieser Einrichtung ganz zurückgekommen ist, hat sie die obige Art der Einführung (Fig. 183) an ihre Stelle treten lassen. Ist bei dieser Einführung an derjenigen Stelle, an welcher die Wand durchlocht wird, Holz vorhanden, so kann auch zweckmässig der in Fig. 182 abgebildete, billigere Porcellanisolirtrichter zur Anwendung kommen.

VIII. Sehr sicher ist der, beispielsweise auf den Hannoverschen Bahnen durchweg übliche, **Einführungsisolator** (Fig. 185), welchen

Fig. 185.



Siemens & Halske construirten. Durch ein in die Wand des Stationsgebäudes gemachtes Loch wird das Gasrohr *g* geführt, welches die gusseiserne Glocke *G* trägt. In dieser ist die Hartgummihülse *H* mit dem Eisenstabe *s* befestigt, an welchem der einzuführende Leitungsdraht angelöthet wird. Der Kopf der Glocke *G* trägt einen abschraubbaren Deckel *D*, welcher, abgenommen, den Zugang zu der am Ende des Eisenstabes *s* angebrachten Schraube gestattet. An diese wird der aus dem Stationsraume durch das Gasrohr *g* hindurchgeführte isolirte Zuleitungsdraht gelegt, unter ihr festgeschraubt und hierauf der Verschluss von *D* hergestellt. Auf diese Weise wird eine ausserordentlich sichere und zweckmässige Isolation der Einführungsstelle erzielt.

§. 7.

Prüfung der oberirdischen Telegraphen-Anlage.

I. **Allgemeines über Linien-Messungen.** Die Bedingungen, welchen die Telegraphenanlage genügen muss, sind bei Behandlung der zur Herstellung derselben dienenden Materialien und bei Erläuterung der Bauarbeiten hervorgehoben worden, so dass eine Wiederholung der im einzelnen bei der Prüfung des fertigen Baues zu berücksichtigenden Punkte nicht mehr erforderlich erscheint. Nächst der Dauerhaftigkeit der Construktion und der Untersuchung der Zweckmässigkeit der verschiedenen, zur gesicherten Führung der Leitungen getroffenen Vorkehrungen muss der tadellose elektrische Zustand der Leitungen der Prüfung unterzogen werden. In Betreff der Methoden der diesen Prüfungen zu Grunde liegenden Messungen und der dazu dienenden Instrumente sei hier auf den bezüglichen Theil des 2. Bandes, Anhang *A* der Messinstrumente und Anhang *B* der Messmethoden verwiesen, welche den Gegenstand behandeln.

Durch die elektrische Prüfung der oberirdischen Leitung soll festgestellt werden, ob der Leitungsdraht den Strom „gut leite", d. h. dass er demselben keinen Widerstand biete, der nicht durch die Maassverhältnisse und die Leitungsfähigkeit des Materials, aus welchem er besteht, bedingt ist; ferner ob die Leitung „gut isolirt" sei, d. h. dass dem Strom an denjenigen Stellen, an welchen die Leitung mit den Trägern in Berührung steht, bei seinem Uebergange zur Erde ein genügend grosser Widerstand geboten wird. Die Prüfungen beschränken sich somit lediglich auf Widerstandsmessungen. Die Ladung der oberirdischen Leitungen dagegen, welche sehr gering ist und nur bei sehr langen Linien in Betracht kommt, braucht im Allgemeinen nicht gemessen zu werden. Obwohl die Messungen selbst ausserordentlich einfach zu bewirken sind, und ihr Verständniss wenig Schwierigkeiten bietet, muss der Telegraphen-Techniker doch seine ganze Aufmerksamkeit diesem Zweige seines Berufes widmen, um das Wesen desselben vollständig zu durchdringen, denn die Ergebnisse der elektrischen Messungen haben, wenn nicht vollkommenes Verständniss der ihnen zu Grunde liegenden Gesetze die Untersuchungen leitet, in den meisten Fällen durchaus keinen praktischen Werth. Es ist daher auch im allgemeinen nicht zweckmässig, alle bei den Messungen zu beobachtenden Einzelnheiten streng instructionsmässig festzusetzen, sondern an den die Messung Ausführenden den Anspruch zu machen, dass er bei Anwendung der Messmethoden diejenigen Massregeln zu treffen im Stande ist, welche die Umstände erheischen und nicht etwa diese oder jene Vorschrift gedankenlos nachmacht. Die zur

praktischen Beurtheilung der Leitungen anzuwendenden physikalischen Gesetze sind in der That so einfacher Natur, dass jeder einigermassen Gebildete sie leicht begreifen und von ihrem Bestehen durch einfache Experimente überzeugt werden kann, um hierdurch das richtige Verständniss für die Vornahme der Linienmessungen und die Erlangung zuverlässiger Ergebnisse zu gewinnen.

Während früher häufig die Methode des Differentialgalvanometers zur Untersuchung der Leitungen angewandt wurde, bedient man sich jetzt fast ausschliesslich der der Wheatstone'schen Brücke. Diese Methode bietet bedeutende Vortheile vor jener namentlich dadurch, dass das Messinstrument lediglich als Galvanoskop dient und nur anzeigen muss, dass in dem Zweige, in welchen es eingeschaltet ist, kein Strom fliesst, während bei jener die Differenz der Wirkungen, welche die vom Strome durchflossenen getrennten Drahtumwindungen auf eine und dieselbe Nadel äussern zur Messung benutzt wird, was den Bestand der bezüglichen für das Instrument erforderlichen Adjustirung voraussetzt.

Wie auf S. 67 bei Gelegenheit der Besprechung der verschiedenen Isolatorenconstructionen hervorgehoben wurde, sind bei kürzeren mit Porcellan-Doppelglocken isolirten, durch gelöthete Verbindungsstellen verbundenen Leitungen, beim Betrieb derselben mit einfachen Apparaten, Dank der vorzüglichen Ueberwachung, welche den den Bahnlinien entlang geführten Leitungen zu Theil werden kann, regelmässige Messungen behufs Feststellung ihres tadellosen elektrischen Zustandes kaum erforderlich. Die Prüfungen beschränken sich dann auf solche, welche nach Vollendung der Bauanlage und zur Ermittelung der Ursachen auftretender Störungen vorgenommen werden müssen, während genauere Ortsbestimmung der Fehlerstellen auf elektrischem Wege bei der grossen Anzahl und der geringen Entfernung der Zwischenstationen unter einander nur ausnahmsweise nothwendig sind. Da, wo es sich aber um die Inbetriebhaltung empfindlicher Apparate, um die Beförderung von Schnellschrift, um Gegen- oder Doppelsprechen handelt, werden regelmässige elektrische Messungen der Leitungen unbedingt nothwendig, da alsdann nicht nur der durchschnittliche Zustand derselben, sondern die Veränderungen dieses Zustandes wesentlich in Betracht gezogen werden müssen. Auch bei den durch uncultivirte Länder geführten oberirdischen Telegraphenlinien, bei welchen die zahlreichen in stark bevölkerten Gegenden vorhandenen Zwischenstationen in Wegfall kommen und nur in grossen Zwischenräumen Control- und Untersuchungsstationen eingerichtet werden können, von denen aus die in den Leitungen auftretenden Störungen ermittelt und beseitigt werden müssen, werden regelmässige elektrische Messungen ein unumgängliches Erforderniss.

Natürlich muss in diesen Fällen die Grundlage ein gediegenes System bilden, welches aus den gemachten Beobachtungen sichere Schlüsse ziehen lässt. Die Erlangung derselben ist bei der Veränderlichkeit des Isolationszustandes der Leitungen, welche hauptsächlich durch die atmosphärischen Einflüsse bedingt wird, nicht ohne Schwierigkeit. Meteorologische und elektrische Beobachtungen müssen hier Hand in Hand gehen, und nur regelmässige, unter genauer Bemerkung aller beeinflussenden Umstände gemachte Aufzeichnungen können Aufschlüsse über das thatsächliche Verhalten der Leitungen selbst und darüber geben, welche Schlüsse aus den gemachten einzelnen Messungen gezogen werden dürfen. Der Weg, um auf diesem Gebiete zuverlässige Zahlenergebnisse zu gewinnen, welche bei den Fehlerortsbestimmungen zu Grunde gelegt werden können, ist schwieriger, als auf den ersten Blick erscheinen möchte. Die Forderungen, welche ein allgemeines und auf breiter Grundlage aufgebautes Messsystem für die oberirdischen Telegraphenlinien stellen muss, sind daher vielgestaltiger und umfänglicher Art, und es muss bei der Anwendung eines solchen der Zweck, den es befolgt, bestimmt im Auge behalten werden, um nicht über das Ziel hinauszuschiessen. Der Werth des Erreichbaren und die zu Gebote stehenden Mittel müssen hier genau erwogen werden.

II. **Die Messungen in England**, wo theils der besonders ungünstigen Witterungsverhältnisse wegen, theils der mangelhaften Isolatoren und Bauconstruction zufolge der Isolationszustand der Linien ein im allgemeinen sehr ungenügender ist, verursachen ausserordentlichen Aufwand an Zeit und Kosten. Selbst die kürzeren Stromkreise der Bahntelegraphen müssen dort der Prüfung unterzogen werden, um den Betrieb aufrecht zu erhalten. Die ausserordentliche Häufung der Drähte hat hieran beträchtlichen Antheil, namentlich treten bei dem geringen Abstand der einzelnen Stützpunkte von einander die Uebergangsströme von einer zur anderen Leitung und Drahtberührungen häufig auf. Die zur Messung der Linien dienenden Apparate und die Methoden ihrer Anwendung sind der mannigfachsten Art, und es hat sich daselbst eine nur dort zu findende Routine der Beamten in der Handhabung derselben ausgebildet. Die Beschreibung der am Weitesten verbreiteten Systeme der Linienprüfungen findet sich in Culley's Handbook of Practical Telegraphy.

Ausser den monatlich an den Linien vorgenommenen sorgfältigen Prüfungen der Leitungsfähigkeit und der Isolation, welche mittels der Wheatstone'schen Brücke vorgenommen werden, hat man gegenwärtig ein System von täglichen Messungen der empfangenenen Ströme eingeführt, welches Kempe[1]) wie folgt beschreibt:

[1]) Society of Telegraph Engenieers, 9, 222.

Man berechnet aus dem in einer Linie vorhandenen Gesammtwiderstande und der Anzahl der zum Betriebe der Apparate nothwendigen Elemente, den Strom, welchen die empfangende Station unter der Voraussetzung erhalten müsste, dass die Leitung vollkommen isolirt sei. Diesen Strom drückt man in absolutem Maasse d. h. in Weber'schen Einheiten (vergl. Bd. 2, S. 447) aus. Misst nun die empfangende Station täglich den thatsächlich erhaltenen Strom in gleichen Maasseinheiten, so ergiebt ein Vergleich des jeweilig erhaltenen Werthes mit jenem Werthe, bez. mit den an anderen Tagen erhaltenen, ein vollkommen hinreichendes Urtheil darüber, ob die Linie betriebsfähig ist oder nicht. Die etwa 320 Einheiten habenden Umwindungen des zur Messung dienenden Galvanometers können mit einem Widerstande verbunden werden, der so gross ist (etwa 750 Einheiten), dass, wenn der Strom eines gewissen Elementes durch beide hintereinander geleitet wird, die Ablenkung (etwa 30°) 0,001 Weber'scher Einheit entspricht. Das Instrument ist ferner mit einem Zweigwiderstande (Nebenschluss von $\frac{1}{10}$) und mit einem zweiten Umwindungssystem, welches zur Messung von Batterien dient, ausgerüstet. Für die den Ablenkungen des Galvanometers entsprechenden Ströme ist eine Tabelle ausgearbeitet, so dass die Messung nur die Ablesung der beobachteten Ablenkung in dieser erfordert, also in einer vergleichsweise sehr kurzen Zeit bewirkt werden kann. Das den Messungen zu Grunde gelegte Schema ist das Folgende:

Stromkreis.	Abtheilung		Länge.	Route.	Anzahl der Elemente im Betrieb.	Berechneter empfangener Strom bei vollkommener Isolation in Weber'schen Einheiten.	Beobachteter empfangener Strom in Weber'schen Einheiten.
	von	bis					

Während der berechnete Strom für eine 251 Kilometer lange Leitung beispielsweise 0,00922 Weber'scher Einheit war, ergaben die an verschiedenen Tagen des April dieses Jahres genommenen Messungen 0,00648, 0,00722, 0,00575, 0,00787 u. s. w.

III. **Die Messungen auf der indo-europäischen Telegraphenlinie.** Auf der indo-europäischen Telegraphenlinie ist ein äusserst einfaches System regelmässiger Messungen eingeführt, welches unter Benutzung

des bereits im 2. Bande S. 428 beschriebenen Universalgalvanometers die Bestimmung des Leitungs- sowie des Isolationswiderstandes und durch die Schleifenmessung die Ermittelung der Lage des mittleren Fehlers derselben in einer Weise gestattet, die an die ausführenden Beamten durchaus keine Ansprüche eines besonderen Studiums oder längerer Uebungen macht. Die Ergebnisse dieses Systems, deren einige auf S. 67 mitgetheilt wurden, haben sich im Laufe der Jahre als ganz vorzügliche herausgestellt, so dass die Durchführung der zu Grunde liegenden Methode als ein Erfolg bezeichnet werden kann. Die Einrichtung, welche im Nachfolgenden nach der von Siemens & Halske im Jahre 1870 ausgearbeiteten Instruction kurz beschrieben werden soll, wurde in der Weise getroffen, dass jede Station ein fest aufgestelltes Universalgalvanometer erhielt, an welchem bei Vornahme der in Schemen vorgeschriebenen Stöpselstellungen am Linienumschalter zu einer bestimmten Zeit die betreffenden Messungen, ohne irgend welche Ein- und Ausschaltung von Apparaten, Batterien u. s. w. nothwendig zu machen, vorgenommen werden können. Die Linie hat zwei durchgehende Leitungen, welche hintereinander (beide Leitungen auf derjenigen Station, nach welcher gemessen wird, mit kurzem Schlusse verbunden) auf Isolation und Drahtwiderstand geprüft werden und zwar unter Wiederholung der Messung mit Umwechselung der an die Brücke geführten Enden der Leitungen. Hieran schliesst sich die Schleifenmessung.

Während die sämmtlichen Stationen gleichzeitig in der einen Richtung messen, stellen sie nach der anderen Richtung hin die erforderlichen Verbindungen der beiden Leitungen am Linienumschalter her, und wird hierauf die Messung durch sämmtliche Stationen in der umgekehrten Richtung bewirkt. Die Nachbarstationen tauschen alsdann ihre Messresultate in Telegrammen von abgekürzter Form aus und berichten dieselben nach dem Sitz der Abtheilungsvorstände hin. Die Reihenfolge der vorzunehmenden Messungen ist genau festgestellt, so dass nur die sich aus den einzelnen Beobachtungen ergebenden Zahlen unter Angabe der Temperaturgrade und des allgemeinen Witterungszustandes mitzutheilen sind.

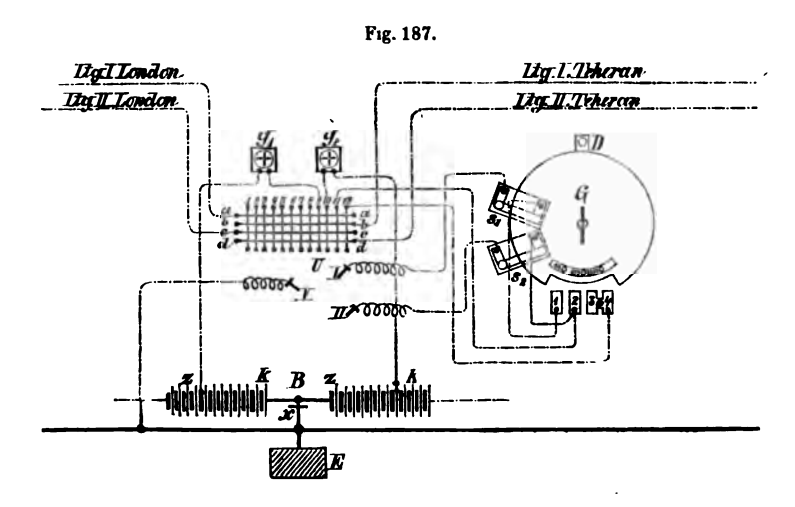
Die getroffenen Vorkehrungen erläutern folgende Abbildungen. Fig. 186 zeigt die Anordnung der Messeinrichtung auf den Uebertragungs-, Fig. 187 diejenige auf den übrigen Stationen der Linie, Fig. 188 die Schemen der verschiedenen vorzunehmenden Messungen und der entsprechenden Stöpselstellungen an den Linienumschaltern.

Das Galvanometer *G* ist mit zwei einfachen Contactschlüsseln s_1, s_2 ausgerüstet, welche bei der Messung gleichzeitig niedergedrückt werden. An die Schienen *a*, *b*, *c*, *d* des Linienumschalters sind die Leitungen gelegt, während an die Schienen 1 bis 10 die zu den Apparaten und

Batterien gehenden Drähte geführt sind. Von der Linienbatterie B sind je 20 bis 40 Elemente abgezweigt, welche an die Galvanoskope g_1, g_2 geführt, nach Aufhebung der Erdverbindung bei x, die Messbatterie

Fig. 186.

Fig. 187.



bilden. Es erübrigt, zu bemerken, dass die Batterie, da sie zur Messung dient, wohl isolirt sein muss. Die zur Vornahme der verschiedenen Messungen erforderlichen Stöpselstellungen werden zum Theil mittels

einfacher Stöpsel, deren Einsetzung in den Schemen der Figur mit ⟡ angedeutet ist, zum Theil durch sogenannte **Wanderstöpsel**, deren Einsetzung mit ⟡ angedeutet ist und welche mit römischen Ziffern be-

Fig. 188.

Zusammenstellung der auszuführenden Messungen.

No. der Messung.	Londoner Leitungen in den Uebertragungs-Stationen.	Londoner Leitungen in den übrigen Stationen.	Stromschema.	Teheraner Leitungen in den Uebertragungs-Stationen.	Teheraner Leitungen in den übrigen Stationen.
1. und 2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					

zeichnet sind, bewirkt. Die Wanderstöpsel sind mit den betreffenden, — zur grösseren Beweglichkeit spiralfederartig gewundenen, — Leitungsdrähten fest verbunden und in der Nähe des Linienumschalters so an-

gebracht, dass jede Schiene desselben mit jeder Leitung durch Einsetzen des betreffenden Wanderstöpsels verbunden werden kann. Wanderstöpsel I, II, III und IV sind mit dem Galvanometer, V dagegen mit dem Erddraht in Verbindung.

Die Messungen 1. und 2. Fig. 188 sind diejenigen, welche vorzunehmen sind, wenn nur eine Drahtleitung vorhanden ist und zwar ist 1. die Prüfung des Isolations-, 2. die des Drahtwiderstandes; erstere mit am anderen Ende isolirter, letztere mit am anderen Ende zur Erde geschalteter Leitung. Die übrigen Messungen sind die, welche beim Vorhandensein von zwei Leitungen gemacht werden, und zwar 3. und 5. diejenigen des Isolations-, 4. und 6. diejenigen des Drahtwiderstandes. Messung 7. ist die Schleifenmessung zur Bestimmung der mittleren Lage einer aussergewöhnlichen Nebenschliessung aus der Differenz der Drahtwiderstände resp. der Längen beider Leitungen bis zur Fehlerstelle, 8. endlich die Bestimmung des Drahtwiderstandes beider Leitungen hintereinander mit Ausschluss der Erde. Die Messungen werden zu einer genau festgesetzten Zeit innerhalb 15 Minuten in der einen und in den darauf folgenden 15 Minuten in der anderen Richtung in der Weise ausgeführt, dass nach Ablauf von je 7,5 Minuten die entsprechenden Stöpselstellungen am Linienumschalter vorgenommen werden. Beim Beginn der Messung sind zuförderst sämmtliche Stöpsel aus dem Linienumschalter zu entfernen und die Batterieerdverbindung bei x, s. Fig. 186 und 187, aufzuheben, sodann sind die Messungen auszuführen, welche nach Verlauf einer halben Stunde pünktlich beendigt sein müssen, worauf der Erddraht bei x wieder zu verbinden und die normale Stöpselstellung für die Correspondenz am Linienumschalter wieder herzustellen ist.

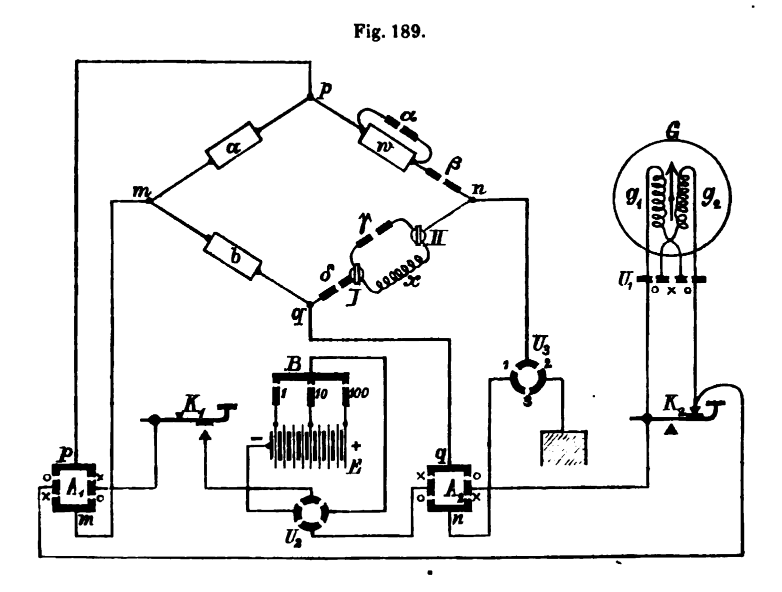
IV. **Die Messungen der Linien in britisch Indien.** Eines derjenigen Länder, in denen den elektrischen Prüfungen der Linien in hohem Maasse und mit bestem Erfolge die volle Aufmerksamkeit zugewendet wurde, ist britisch Indien. Ausserordentliche Entfernungen, ungünstigste Verkehrsmittel, in weitesten Grenzen wechselnde Zustände der Atmosphäre stellten hier der Telegraphie die schwierigsten Aufgaben. Mit der liberalen Unterstützung der Verwaltung gelang es L. Schwendler, dort ein System von Linienuntersuchungen einzuführen, welches, Dank der aufgewandten Energie und der einsichtsvollen Behandlung Seitens der Beamten, denen die Ausführung desselben zufiel, Erfolge geliefert hat, die das Aufblühen des telegraphischen Verkehrs dieses weiten Reiches derartig unterstützten, dass es sich würdig an die Seite anderer Staaten stellen kann, welche mit vergleichsweise verschwindenden Schwierigkeiten zu kämpfen haben. Hierbei ist allerdings auch der Umstand gebührend hervorzuheben, dass das in dem



indischen Telegraphendienste thätige Personal durchgehends aus vorzüglich vorgebildeten Kräften besteht. Die Vorschriften für die Untersuchungen der Linien sind in den bereits S. 66 angeführten Testing instructions Schwendler's enthalten; das in diesen aufgestellte System bietet in seiner wissenschaftlichen Durcharbeitung sowohl, wie in seiner praktischen Methode ein Ganzes, welches in jeder Hinsicht als ein mustergültiges Vorbild für Vorschriften zur Untersuchung der Linien hingestellt werden kann, wenn auch die auf fremde Verhältnisse berechneten Einzelnheiten anderwärts keine unmittelbare Benutzung gestatten. Es besteht im Wesentlichen in Folgendem.

Das Schema der **Wheatstone'schen Brücke**, welches zu den Messungen benutzt wird, ist in Fig. 189 gegeben. In diesem bezeichnet: G ein empfindliches Galvanometer mit zwei Windungssystemen g_1 und g_2, ersteres von 4000, letzteres von 1000 Einheiten Widerstand, welche mittels eines Umschalters U_1 durch Stöpselung des mit × bezeichneten Loches hintereinander, durch Stöpselung der mit *o o* bezeichneten Löcher parallel geschaltet werden können. Im ersteren Falle hat das Galvanometer 5000 Einheiten Widerstand, im letzteren 800 und dient die Parallelschaltung zur Messung sämmtlicher Widerstände

Fig. 189.



$x \leqq 10\,000$ Einheiten, die Hintereinanderschaltung zur Messung grösserer Widerstände. Ferner sind K_1 und K_2 zwei einfache Schlüssel; B ein Batteriewähler, um nach Belieben 1, 10 und 100 Elemente der Mess-

batterie benutzen zu können; U_2 ein Batteriewechsel, um die Pole der Batterie umschalten zu können; A_1 und A_2 Umschalter, um die Lage des Galvanometers in Rücksicht auf die Diagonalen pq und mn zu ändern; a und b die die Brückenzweige bildenden Widerstände, bestehend aus je 10, 100 und 1000 Einheiten; w der Vergleichswiderstand bestehend aus einer Widerstandsscala von 1 bis in Summa 10 000 Einheiten; x der zwischen die Klemmen I und II einzuschaltende zu messende Widerstand; α und γ Einschalter, um x und $w = o$, und β und δ Ausschalter, um x und $w = \infty$ machen zu können. U_3 endlich ist ein Umschalter, mit welchem man die Erdverbindung herstellen und aufheben kann. Beim Messen von Widerständen, deren beide Enden an den Apparat geführt werden können, steckt ein Stöpsel in Loch 1 dieses Umschalters, während Loch 2 und 3 ohne Stöpsel sind; ist nur ein Ende des zu messenden Widerstandes verfügbar, so muss dies an Klemme *I* gelegt werden, alsdann stecken Stöpsel in Loch 2 und 3, während Loch 1 ungestöpselt bleibt; zur Schleifenmessung steckt Stöpsel 3, während Loch 1 und 2 ungestöpselt bleiben. Mit dieser Brücke können Widerstände von 0,01 bis 1 000 000 Einheiten gemessen werden.

Unter Berücksichtigung des Umstandes, dass die Brücke am wenigsten empfindlich ist, wenn grosse, d. h. zwischen 100 000 und 1 000 000 liegende Widerstände gemessen werden, ermittelt sich der die grösste Empfindlichkeit des Galvanometers ergebende Widerstand g der Drahtumwindungen desselben für $x = 550 000$ aus der Formel

$$g = \frac{(a + w)\ (b + x)}{a + b + w + x},$$

worin $$a = 10, \quad b = 1000, \quad w = 5500$$

ist, mit $$g = 5455{,}4 \text{ Einheiten.}$$

Die **Wahl der Diagonale**, in welcher das Galvanometer liegt, ist gleichfalls von Bedeutung für die Empfindlichkeit und wird durch folgende Regel bestimmt. Wenn f den Gesammtwiderstand des Batteriezweiges, g den des Galvanometerzweiges bezeichnet, so muss, wenn $g > f$ das Galvanometer, wenn $g < f$ die Batterie in diejenige Diagonale eingeschaltet werden, welche den Punkt, an welchem die beiden kleinsten Widerstände zusammenstossen, mit demjenigen verbindet, an welchem die beiden grössten Widerstände zusammenkommen. Wenn, wie gewöhnlich bei Leitungsmessungen der Fall ist, die aufsteigende Ordnung der Widerstandsgrössen a, b, w, x und $g > f$ ist, alsdann muss das Galvanometer in der Diagonale $m\,n$ nicht in $p\,q$ eingeschaltet sein.

Die **Bestimmung eines fremden Stromes**, welcher im unbekannten Widerstande x vorhanden ist, erfolgt durch Messung mit po-



sitivem und mit negativem Strome. Wenn e die elektromotorische Kraft des fremden Stromes und w_1 und w_2 die beiden bei Messung mit positivem und negativem Strome Gleichgewicht ergebenden Werthe, und wenn ferner E die elektromotorische Kraft der Messbatterie ist, so ist

$$x = \frac{b f (a + b) (w_1 + w_2) + b^2 [a (w_1 + w_2) + 2 w_1 w_2]}{ab (w_1 + w_2) + 2af (a + b) + 2a^2 b},$$

$$e = \frac{(w_2 + w_1) b}{(w_1 + w_2) b + 2f (a + b) + 2ab} \cdot E;$$

wird mit gleichen Brückenzweigen $a = b$ gemessen und der Batteriewiderstand f vernachlässigt

$$x = \frac{a (w_1 + w_2) + 2 w_1 w_2}{w_1 + w_2 + 2a},$$

$$e = \frac{w_2 - w_1}{w_1 + w_2 + 2a} \cdot E.$$

Diese fremden Ströme können verschiedene Ursachen haben. Ausser den natürlichen Strömen, die aus einem Unterschied der elektrischen Spannung an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche entspringen oder durch Störungen des Erdmagnetismus hervorgerufen werden können, werden solche durch Polarisation der Erdplatten erzeugt. Bei Verwendung von ungleichen Metallen zur Erdleitung wirken diese, da sie in feuchten Schichten lagern, als Element und erzeugen einen in der Leitung fliessenden Strom. Endlich können Ströme durch Nebenschliessungen, welche zwischen den einzelnen Leitungen bestehen, von einer Leitung auf die andere übergeleitet werden.

Die Brücke wird auf ihre Richtigkeit vor jeder Messung wie folgt geprüft:

1. Wenn $x = 0$, $w = 0$ (alle Stöpsel stecken), $a = b = 10$ ist, so muss Gleichgewicht vorhanden sein;
2. wenn $w = 1$ gemacht wird, alles Andere wie vorher verbleibt, muss die Nadel einen solchen Ausschlag geben, dass sie den Werth von x als zu gross anzeigt;
3. wenn $w = \infty$ (der Stromkreis unterbrochen) ist, muss die Nadel den umgekehrten Ausschlag geben;
4. wenn $x = w = \infty$ und $a = b = 1000$ gemacht werden, muss wiederum Gleichgewicht vorhanden sein;
5. der Isolationswiderstand der Brücke selbst muss stets grösser sein als der grösste mit derselben zu messende Widerstand, d. i. grösser als 1 Million Einheiten. Wenn J der gemessene Isolationswiderstand einer Leitung, i derjenige der Brücke ist, dann ist der wirkliche Isolationswiderstand X der Leitung

$$X = \frac{i J}{J - i}.$$

Wenn der Widerstand g des Galvanometers mit der Brücke selbst gemessen werden soll, ohne ein zweites Galvanometer zur Verfügung zu haben, so wird dasselbe nach einer von Sir William Thomson angegebenen Methode an Stelle des unbekannten Widerstandes x gesetzt und zwischen p und q ein Schlüssel eingeschaltet. Man schliesst alsdann den Schlüssel K_1 und beobachtet die Grade der Ablenkung des Galvanometers, welches erforderlichen Falles mit einer Nebenschliessung (einem Zweigwiderstande) zu versehen ist, um eine lesbare Ablenkung zu erhalten. Wird hierauf der zwischen p und q eingeschaltete Schlüssel gedrückt, und bleibt die Ablenkung ungeändert, so ist

$$g = \frac{b}{a} w.$$

Die Messung des Widerstandes f der Messbatterie wird dadurch bewirkt, dass man $b = \infty$, $x = o$ macht und durch Einschaltung der Widerstände $a = a_1$ und $w = w_1$ eine passend scheinende Ablenkung des Galvanometers erzielt und abliest. Hierauf sucht man mittels zweier anderen Widerstände $a = a_2$ und $w = w_2$ dieselbe Ablenkung zu erhalten und hat hiernach:

$$f = a_2 \cdot \frac{\left(\frac{g}{w_2} + 1\right) - a_1\left(\frac{g}{w_1} + 1\right)}{g\left(\frac{1}{w_1} - \frac{1}{w_2}\right)},$$

oder, wenn die erste Ablesung mit $a_1 = o$ genommen werden konnte,

$$f = \frac{a_2\,(g + w_2)}{g\left(\frac{w_2}{w_1} - 1\right)},$$

und, da g gewöhnlich gegen w_2 sehr gross ist,

$$f = \frac{a_2}{\frac{w_2}{w_1} - 1}.$$

Um die elektromotorische Kraft E der Messbatterie mit derjenigen e eines Normalelementes zu vergleichen, benutzt man dieselbe Methode, d. h. man sucht eine und dieselbe Ablenkung mit der Messbatterie und dem Normalelemente unter Einschaltung von verschiedenen Widerständen, zu erreichen. Wenn F und f die Widerstände der Messbatterie und des Normalelementes bezeichnen, a_1 und w_1, a_2 und w_2 die Widerstände waren, bei welchen eine gleiche Ablenkung der Galvanometernadel beobachtet wurde, so verhält sich

$$\frac{E}{e} = \frac{\left(F + a_1\right)\left(\frac{g}{w_1} + 1\right) + g}{\left(f + a_2\right)\left(\frac{g}{w_2} + 1\right) + g}.$$

Die in ähnlicher Weise für das Differentialgalvanometer aufgestellten Sätze können, da die Anwendung eine seltene ist, hier übergangen werden. Auch ist hier nicht der Ort die in Anhängen zu den Testing Instructions gegebenen eingehenden mathematischen Ableitungen näher zu berühren. Dagegen scheint es wesentlich, den Hauptinhalt der in dem „Linienmessungen" überschriebenen Theile enthaltenen Abtheilungen „regelmässige Messungen" und „Fehlerbestimmungen" hervorzuheben.

Es werden folgende Bezeichnungen eingeführt:

W Widerstand des Stromkreises, d. h. gemeinschaftlicher Widerstand des Leitungsdrahtes und des Empfangsapparates (Relais) am anderen Ende der Leitung, wie ihn die Messung ergiebt,

L der berichtigte (corrigirte) Widerstand des Stromkreises, d. h. derjenige Widerstand, welchen der Stromkreis haben würde, wenn die Leitung vollkommen isolirt sein würde,

w der Drahtwiderstand der Leitung allein.

Der Leitungswiderstand x für die Längeneinheit einer Leitung von einem gewissen Durchmesser und der Länge n ergiebt sich, wenn w der gemessene Drahtwiderstand ist, zu

$$x = \frac{w}{n}.$$

Besteht der Leitungsdraht vom Widerstande w aus m Theilen, welche verschiedene Durchmesser d_1, d_2, d_3 ... haben, und deren Längen bezw. l_1, l_2, l_3 .... sind, so ist der Widerstand x_a für die Längeneinheit eines dieser Theile vom Durchmesser d_a und der Länge l_a unter der Voraussetzung, dass die sämmtlichen Drähte dieselbe Leitungsfähigkeit haben:

$$x_a = \frac{w}{d_a^2 \sum_1^m \left(\frac{l}{d^2}\right)}.$$

Es bezeichne ferner:

J den gemessenen Isolationswiderstand der Leitung,

c den berichtigten (corrigirten) d. h. denjenigen Isolationswiderstand, welchen die Leitung haben würde, wenn dieselbe keinen oder nur einen verschwindend kleinen Draht-Widerstand hätte.

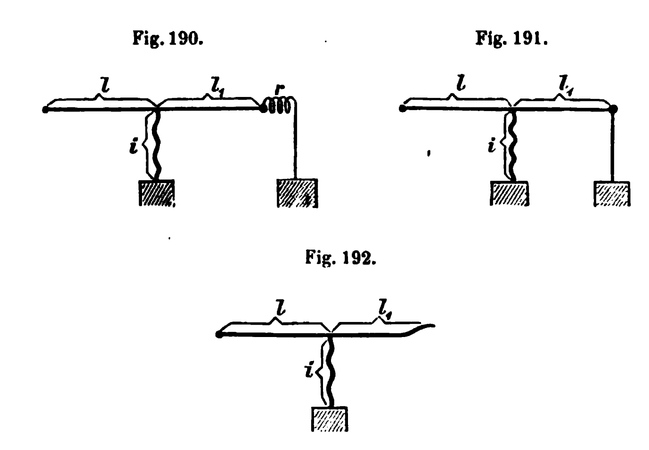
Der „resultirende" Fehler wird derjenige Isolationsfehler der Leitung genannt, welcher an dem geeigneten Punkte derselben angebracht dieselbe Wirkung auf die die Leitung durchlaufenden Ströme äussern würde, welche **sämmtliche** in

der Leitung vorhandene einzelne Fehler gemeinsam hervorbringen. Es sei ferner

l der wirkliche Drahtwiderstand von der messenden Station bis zum resultirenden Fehler,

l_1 derjenige vom resultirenden Fehler bis zur entfernten Station und

r der bekannte Widerstand des Empfangsapparates (des Relais), der entfernten Station. — Dann ergeben die bekannten Gesetze der Zweigströme für die drei nach den Schemen Fig. 190, 191 und 192 ausgeführten Messungen von W, w und J:



$$W = l + \frac{i(l_1 + r)}{i + l_1 + r},$$

$$w = l + \frac{i\,l_1}{i + l_1},$$

$$J = l + i;$$

hieraus ermitteln sich die Werthe:

$$i = \sqrt{\frac{(J - W)\,(J - w)\,r}{W - w}},$$

$$L = J + \frac{(J - W)\,r}{W - w} - 2\sqrt{\frac{(J - W)\,(J - w)\,r}{W - w}},$$

$$l = J - \sqrt{\frac{(J - W)\,(J - w)\,r}{W - w}},$$

und für den Fall, dass der resultirende Fehler in der Mitte der Leitung (in der Mitte des Leitungswiderstandes derselben) liegt, mithin $l = l_1$ wird:

$$i = \sqrt{J(J - w)},$$

$$L = 2\left\{J - \sqrt{J(J - w)}\right\}.$$

Der resultirende Fehler liegt in der Mitte des Leitungswiderstandes, wenn die Gleichung

$$r = \frac{J(W - w)}{J - W}$$

erfüllt ist.

Ergiebt sich r als grösser, als der bekannte Widerstand des Empfangsapparates der entfernten Station, so liegt der resultirende Fehler jenseits der Mitte, erhält man dagegen ein kleineres r, so befindet er sich diesseits der Mitte, von der messenden Station aus betrachtet.

Unter Zugrundelegung der in Fig. 191, 192 und 193 dargestellten Schemen, werden die regelmässigen täglichen oder wöchentlichen Messungen vorgenommen und nach Berechnung der verschiedenen Werthe mittels der gegebenen Formeln in umstehende Tabelle S. 166 und 167 eingetragen, aus welcher dann die einzusendenden Auszüge gemacht werden, denen das folgende Schema zu Grunde gelegt wird:

Länge der Leitung — **Auszug aus den Messungen** — **Beschreibung der Isolatoren**

Durchmesser .... auf Länge ... — von Station ... nach Station ...

. . . . No. der Leitung. Richtung (Himmelsgegend). . . . . .

Datum.		Wetter.		Temperatur-Hygrometer.		Isolationswiderstand.		Leitungswiderstand.		Empfangsapparat-Widerstand (Relais).			$\frac{l}{L}$	fremde elektromotorische Kraft in der Leitung.	Bemerkungen.
Tag.	Stunde.	von	zu	von	zu	absoluter gemessen.	berichtigter für 1 Meile.	absoluter gemessen.	berichtigter für 1 Meile.	gemessener.	berichtigter.	wirklicher.			

Formular zum Ei

Nummer der Messung.	Datum.			von Station				nach Station				Abmessungen des Leitungsdrahtes.		Zweigwiderstände.	Ausgestöpselter Widerstand um Gleichgewicht zu erhalten.		Natürliche Ströme
	Tag.	Stunde.	Minute.	Batterie.		Wetter.	Thermometer. Hygrometer.	Name der Station.	Relais bezeichnet mit:	Wetter.	Thermometer. Hygrometer.	ganze Länge in Meilen.	reducirte Länge in Meilen.	$\frac{a}{b}$	w_1	w_2	Ablenkung vor/nach der Messung.
18 ..				E	f							n	m		+	−	

Ausserden werden Zusammenstellungen der Monatsdurchschnitte gemacht und eingesendet.

Bezüglich der Wetterbeobachtungen ist zu bemerken, dass die zweckmässige Bestimmung getroffen wurde, nicht lediglich den augenblicklichen Zustand desselben anzugeben, sondern denselben in abgekürzten Bezeichnungen derart zu kennzeichnen, dass der Einfluss desselben auf die Isolation der Leitung beurtheilt werden kann. Dies wird dadurch erreicht, dass der Zustand, welchen die Witterung vor der Messung während eines bestimmten Zeitraumes — sage 12 Stunden — hatte, der bei der Messung selbst obwaltenden vorgesetzt wird.

Der wiedergegebene Abriss der regelmässigen Messungen möge zur Veranschaulichung des Systemes genügen. Bei Behandlung der auf die Fehlerbestimmungen bezüglichen in den Testing Instructions enthaltenen Vorschriften, ist es ohne Beeinträchtigung des Inhalts derselben nicht thunlich, die Einzelheiten der Anleitung zur Vornahme der verschiedenen Beobachtungen zu missen. Die nachfolgenden Mittheilungen können daher nur den Zweck haben, die im Allgeinen eingeschlagene Richtung zu kennzeichnen und die Hauptformeln herauszugreifen, ohne dabei den Gegenstsnd erschöpfend behandeln zu wollen.

Die Eintheilung der vorkommenden Fehler trennt dieselben als: Fehler des Leiters (Unterbrechungen), Isolationsfehler (Nebenschliessungen) und Berührungen.

Ist der Leiter unterbrochen, so kann die Unterbrechung eine vollkommene oder theilweise sein. Im ersteren Falle kann, wenn das

tragen der Messungen.

Stromkreis.	Gemessene Werthe.				Berichtigte Werthe.				Natürlicher Strom.	Empfangs-apparat (Relais).				Bemerkungen.
	Leitungs-widerstand.		Isolations-widerstand.		Leitungs-widerstand.		Isolations-widerstand.							
	absolut	für 1 Meile	absolut	für 1 Meile	absolut	für 1 Meile	absolut	für 1 Meile		$W - w$	$\frac{J(W-w)}{J-W}$	wirklich bei der Messtemperatur.	$\frac{l}{L}$	
W	w	$\frac{w}{m}$	J	$J \times n$	L	$\frac{L}{m}$	i	$i \times n$	$\pm e$			r		

Ende der Leitung isolirt blieb, die Bestimmung des Ortes der Fehlerstelle dadurch erfolgen, dass man die Ladung des betreffenden Leitungstheiles ermittelt und aus der bekannten Ladung der gesammten Leitung auf die Länge des gebrochenen Theiles schliesst. Wo ein Condensator von bekannter Ladungscapacität vorhanden ist, bietet die Messung keine Schwierigkeit, wo dies aber nicht der Fall, müssen die Ausschläge, welche ein Galvanometer beim Durchfliessen der Ladungs- oder Entladungsströme giebt, verglichen und hieraus die Länge des gebrochenen Theiles ermittelt werden. Bezeichnet N die Länge der gesammten Leitung, n die Entfernung der Fehlerstelle, die Länge des gebrochenen Stückes von der messenden Station, E und E_1 die elektromotorischen Kräfte der Batterien, welche die Ausschläge a und a_1, erstere beim Messen der ungebrochenen, letztere beim Messen der gebrochenen Leitung, ergeben, ferner k und k_1 Constanten des Galvanometers bei beiden Messungen, so ist

$$n = \frac{E}{E_1} \cdot \frac{k_1}{k} \cdot \frac{\sin \frac{a_1}{2}}{\sin \frac{a}{2}} \cdot N;$$

die Constante k ist, wenn H die Horizontalcomponente des Erdmagnetismus und T die Schwingungsdauer der Galvanometernadel ist, wenn ferner G eine von der Construction des Galvanometers abhängige, mit Rücksicht auf die Zeit constante Grösse bezeichnet,

$$k = 2 \frac{HT}{G\pi}.$$

Hierbei kommt die Dämpfung der Galvanometernadel und das Decrement der Schwingung in Betracht, welche einer eingehenden Erörterung unterzogen werden, ebenso die Bedingungen, unter welchen die Sinus der halben Ausschlagwinkel der durch das Galvanometer geflossenen Strommenge proportional gesetzt werden dürfen.

Es wird ferner die Methode Thomson's zur Vergleichung von Ladungscapacitäten gegeben, sowie die für den Einfluss des Leitungswiderstandes und der Isolation auf die Ladung erforderlichen Berichtigungsformeln, auf welche hier nicht näher eingegangen werden soll.

Unter den Isolationsfehlern wird zunächst der Erdschluss einer einfachen Leitung betrachtet. Ist w der gemessene Widerstand der irgendwo zur Erde abgeleiteten Leitung, w_0 der Leitungswiderstand derselben für die Längeneinheit, so ist (vorausgesetzt dass diese selbst keinen Widerstand habe) die Entfernung der Ableitungsstelle

$$n = \frac{w}{w_0}.$$

Diese Messung bietet, da w in der Regel veränderlich ist, Schwierigkeiten. Zur Erzielung des richtigen Werthes für w wird zunächst mit einem positiven Messstrome gemessen. Die Werthe, welche man alsdann bei wiederholter Messung für w erhält, steigen. Man setzt die Messung so lange fort, bis w annähernd constant bleibt. Hierauf kehrt man die Richtung des Messstromes um und beobachtet dabei ein stetes Fallen von w, bis ein abermaliges Zunehmen eintritt. Der kleinste hierbei für w erhaltene Werth ist derjenige, welcher dem gesuchten Leitungswiderstande am nächsten kommt.

Um den wahrscheinlichsten Werth von n zu erhalten, wird ein Mittelwerth aus zwei für dasselbe erhaltenen Werthen genommen, welche sich ergeben, wenn man erstens einen aus zahlreichen Messungen erhaltenen Durchschnittswerth von w durch den reinen Drahtwiderstand der Leitung für die Längeneinheit dividirt (hierbei eine vollkommene Isolation der Leitung annehmend), und zweitens dasselbe w durch diejenige Leitungsfähigkeit für die Längeneinheit theilt, welche muthmaasslich bei der Messung (mit Rücksicht auf den Isolationszustand der Leitung) vorhanden war.

Ist der Erdschluss der Leitung nicht vollkommen, so dass die leitende Verbindung mit der Nachbarstation nicht unterbrochen, sondern nur gestört ist, so werden die regelmässigen drei Messungen nach den Schemen Fig. 190, 191 und 192 gemacht. Ist alsdann z der Widerstand des Fehlers, x derjenige von der messenden Station bis zur Fehlerstelle, so erhält man

$$W = x + \frac{z(L - x + r)}{z + L - x + r},$$

$$w = x + \frac{z\,(L - x)}{z + L - x},$$

$$J = x + z$$

und daher

$$z = \sqrt{\frac{(J - W)\,(J - w)\,r}{W - w}},$$

$$x = J - z.$$

Ist die Linie, in welcher der unvollkommene Erdschluss vorhanden ist, nicht gut isolirt, so dass der Widerstand des Fehlers z gegen den Isolationswiderstand nicht als verschwindend angesehen werden kann, so muss letzterer in Rechnung gezogen werden. Seien x_1 und z_1 zwei Werthe, welche aus vorstehenden Formeln sich ergeben haben, so hat man

$$x_1 = \frac{i\,x + l\,z}{z + i},$$

$$z_1 = \frac{i\,z}{i + z};$$

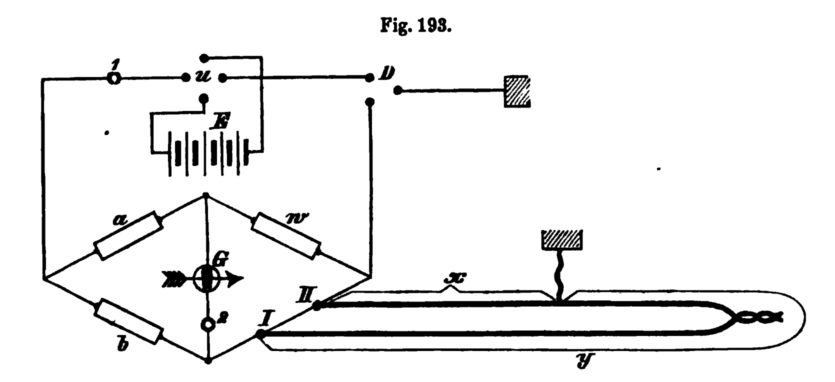
für die wirkliche Entfernung des Fehlers erhält man daher

$$n = \frac{1}{k}\left[(1 + \varepsilon)\left\{J - \sqrt{\frac{(J - W)\,(J - w)\,r}{W - w}}\right\} - \varepsilon\, l\right],$$

worin ε das Verhältniss $\frac{z}{i}$ bezeichnet.

Können beide Enden der fehlerhaften Leitung in die messende Station geleitet werden, d. h. steht eine zweite Leitung zur Verfügung, welche mit der fehlerhaften auf der entfernten Station zu einer Schleife verbunden werden kann, so erfolgt die Fehlerbestimmung durch die Schleifenmessung.

Fig. 193.



Die fehlerhafte Leitung wird an Klemme II gelegt, diejenige, welche zur Herstellung der Schleife dient, an Klemme I. Bezeichnen x und y

die in Fig. 193 angedeuteten Entfernungen in Widerstandseinheiten ausgedrückt, dann ist, wenn Gleichgewicht im Galvanometer vorhanden ist,

$$\frac{a}{b} = \frac{w + x}{y},$$

und es ergiebt sich ferner beim Messen des zwischen I und II eingeschalteten Widerstandes (mit Ausschluss der Erde)

$$x + y = W;$$

demnach hat man

$$x = \frac{aW - bw}{a + b}.$$

Dies ist allerdings nur unter der Voraussetzung richtig, dass die Leitungen im Uebrigen vollkommen isolirt seien. Da dies in der Regel nicht der Fall, so muss eine Berichtigung eintreten, welche in Betracht zieht, dass die ermittelte Lage des Fehlers thatsächlich diejenige ist, welche der aus dem Isolationswiderstande der Leitung selbst und aus dem Widerstande der Fehlerstelle resultirende Fehler einnimmt. Der Widerstand des resultirenden Fehlers ist demnach, wenn z denjenigen der Fehlerstelle, i den Isolationswiderstand der Leitung bezeichnet,

$$\frac{iz}{i + z}.$$

Wenn l die Entfernung des durch den Isolationswiderstand verursachten Fehlers bedeutet, ergiebt sich daher

$$x = (1 + \varepsilon)\frac{aW - bw}{a + b} - \varepsilon l.$$

Den Werth für $1 + \varepsilon$ ergiebt die Formel:

$$1 + \varepsilon = \frac{(R - W)(i + l - x_1)}{(l - x_1)^2},$$

worin R denjenigen Widerstand bezeichnet, welchen die Schleife bei vollkommener Isolation haben würde, W den (mit Ausschluss der Erde) gemessenen Widerstand der Schleife, x_1 den sich aus der Schleifenmessung ohne Berichtigung ergebenden Werth. Es bleiben somit nur die Werthe von l und i zu ermitteln.

Zu diesem Zwecke werden aus den drei an der fehlerfreien Leitung der Schleife vorgenommenen Grundmessungen Werthe für diese Grössen bestimmt, welche l_2 und i_2 genannt werden mögen. Die Werthe für die fehlerhafte Leitung der Schleife dagegen werden in der Weise bestimmt, dass unter Zugrundelegung der an beiden Leitungen vor Eintritt des Fehlers vorgenommenen Messungen das Verhältniss der Werthe zu einander ermittelt wird, welches besteht, wenn die Linie in normalem Zustande ist. Nach Maassgabe dieses Verhältnisses werden für

die fehlerhafte Leitung den gefundenen Werthen l_2 und i_2 entsprechende angenommen. Seien dieselben l_1 und i_1, so erhält man sie, wenn a und b die aus den regelmässigen Linienmessungen sich ergebenden Verhältnisszahlen sind, mit

$$i_1 = a\, i_2$$

und

$$l_1 = b\, l_2 .$$

Die wahrscheinlichsten Werthe für die gesuchten Grössen i und l sind alsdann

$$i = \frac{i_1\ i_2}{i_1 + i_2}$$

und

$$l = \frac{l_1\ i_2 + l_2\ i_1}{i_1 + i_2} .$$

Folgendes, auf S. 194 der Testing Instructions gegebene Zahlenbeispiel möge zur näheren Erläuterung dienen.

„Auf einer Leitung von 300 Meilen Länge wird der telegraphische Verkehr durch einen unvollkommenen Erdschluss gestört. Die Fehlerortsbestimmung mittels der Schleifenmessung beginnt um 8 Uhr. Neben der fehlerhaften Leitung läuft eine gleich lange, welche fehlerfrei bleibt. Beide Drähte sind von der Stärke No. 24 der indischen Lehre (5,28 mm), die fehlerfreie ist auf Isolatoren des Preussischen Musters, die andere auf den sogenannten „Halfhoods“ angebracht.

Frühere Messungen dieser Leitungen haben einen durchschnittlichen Leitungswiderstand von 10,5 Ohm'schen Einheiten bei 80° F. ergeben. Zur Zeit der Messung war auf der Messstation 83° F., eine Berichtigung von R für die Temperatur ist somit nicht erforderlich, man hat vielmehr

$$R = 6300 \text{ Ohm'sche Einheiten bei } 83^\circ \text{ F.}$$

Bei der Messung des elektrischen Zustandes der fehlerfreien Leitung wird gefunden, dass

$$l_2 = 1000$$
$$i_2 = 10\,000;$$

die hierauf vorgenommene Schleifenmessung ergiebt mit zur Erde abgeleiteter Batterie

$$w = 503$$

und dieselbe Messung unter Ausschluss der Erde

$$W = 5400,$$

daher $R - W = 6300 - 5400 = 900$. Dies zeigt, dass die Leitungen nicht vollkommen isolirt sind, dass mithin eine Be-

richtigung erforderlich ist. Nachher wird der elektrische Zustand der fehlerfreien Leitung nochmals gemessen, und es ergiebt sich

$$l_2 = 1020,$$
$$i_2 = 10\,500.$$

Aus den früheren Aufzeichnungen über den elektrischen Zustand der beiden Leitungen zeigt sich, dass ungefähr um 8 Uhr

$$i_2 = 15\,000$$
$$i_1 = 7\,800$$
$$i_2 = 9\,000$$
$$i_1 = 4\,500$$
$$i_2 = 12\,000$$
$$i_1 = 7\,000$$

und

$$l_2 = 800$$
$$l_1 = 850$$
$$l_2 = 950$$
$$l_1 = 900$$
$$l_2 = 1\,040$$
$$l_1 = 1\,080$$

war; daher hat man

$$\frac{i_1}{i_2} = a = \frac{6\,433{,}3}{12\,000} = 0{,}536,$$
$$\frac{l_1}{l_2} = b = \frac{943{,}3}{930} = 1{,}014,$$

und es sind in Folge dessen die wahrscheinlichsten Werthe für i_1 und l_1

$$i_1 = 0{,}536 \times 10\,250 = 5\,494$$

und

$$l_1 = 1{,}014 \times 1\,010 = 1\,024.$$

Man erhält also

$$i = \frac{i_1\, i_2}{i_1 + i_2} = \frac{5\,494 \times 10\,250}{5\,494 + 10\,250} = 3\,577$$

und

$$l = \frac{l_1\, i_2 + l_2\, i_1}{i_1 + i_2} = \frac{1\,024 \times 10\,250 + (6\,300 - 1\,010)\,594}{5\,494 + 10\,250} = 2\,526,$$

ferner

$$1 + \varepsilon = \frac{(6\,300 - 5\,400)\;(3\,577 + 2\,526 - 503)}{(2\,526 - 503)^2} = 1{,}23$$

und somit

$$\xi = 1{,}23 \times 503 - 2\,526 \times 0{,}23 = 38,$$

endlich aber ergiebt sich

$$n = \frac{38}{10{,}5} = \text{etwa } 3{,}5 \text{ Meilen von der messenden Station."}$$

V. **Anwendung der Systeme.** Nicht ohne Absicht sind den beiden Messmethoden der einfachen Stromprüfung und der regelmässigen Widerstandsmessung die Umrisse eines vollständigeren Messsystems gegenübergestellt worden. Es sollte damit zunächst hervorgehoben werden, wie nothwendig es ist, eine auf breitester Grundlage aufgebaute Messmethode einzuführen, um diejenigen Kenntnisse zu gewinnen, welche die genauen Fehlerortsbestimmungen ermöglichen. In Ländern, wo die Telegraphenstationen nicht weit von einander liegen, bedarf es zu diesem Zwecke eines so umständlichen Verfahrens im Allgemeinen nicht, denn die Eingrenzung einer auf der oberirdischen Leitung eintretenden Störung kann meist durch Aufrufen der Zwischenstationen, welche die gestörte Leitung kurze Zeit isoliren und an Erde legen, schnell genug erfolgen. Bis dann eine der beiden die fehlerhafte Strecke einschliessenden Stationen die erforderlichen Messungen gemacht hat, was immerhin eine erhebliche Zeit in Anspruch nimmt, können bereits die Leitungsrevisoren von beiden Seiten die Strecke begangen und die Ursache der Störung aufgefunden haben. Den Bahnen entlang ist gewöhnlich schon das an der Locomotive befestigte Signal den Leitungsrevisoren vorausgegangen, welches die Wärter darauf aufmerksam macht, dass in der Telegraphenleitung eine Störung eingetreten ist. Wohl aber ist es erwünscht, ein sicheres Urtheil über die Betriebsfähigkeit der Leitung durch öftere Messungen zu erlangen, und hierzu scheint sich für kürzere Strecken die Messung der empfangenen Ströme namentlich aus dem Grunde besonders zu eignen, weil sich dieselbe ausserordentlich schnell ausführen lässt. Die Messung des Widerstandes und der Isolation der Leitungen mit Hülfe des Universalgalvanometers nehmen zwar eine vergleichsweise längere Zeit in Anspruch, bieten dagegen dann auch bei ihrer Zusammenstellung ein weit klareres Bild über den thatsächlichen elektrischen Zustand der verschiedenen Verbindungen, zu verschiedenen Zeiten und sind daher für die längeren mit empfindlichen Apparaten betriebenen Leitungen unbedingt erforderlich. Hand in Hand mit letzteren Messungen muss die Prüfung der Batterien gehen, die zweckmässig mittels des im Bd. 2, S. 377 beschriebenen Batterieprüfers vorgenommen wird. Neben dem Messen der Leitungsfähigkeit, der Isolation des Leiters und dem Prüfen des abgesandten Stromes empfiehlt sich die Bestimmung des thatsächlich ankommenden Stromes namentlich da, wo es sich darum handelt, einen bestimmten Strom in verschiedenen Leitungen zu erhalten, welche zeitweilig mit einander verbunden werden sollen. Man setzt alsdann sehr zweckmässig einen gewissen Einheitsstrom in Weber'scher Einheit fest, auf welchen die in Thätigkeit zu setzenden Apparate eingerichtet sind, und schafft dadurch, dass die verschiedenen Verbindungen, auf welchen solche Apparate in Gebrauch

genommen werden, auf das Vorhandensein dieses Stromes geprüft werden, die Möglichkeit, dieselben Apparate aller Orten zu verwenden. Zum Studium der gesammten Erscheinungen aber, welche im Betriebe oberirdischer Linien vorkommen, zur Gewinnung zuverlässiger Anhaltspunkte über die Grenzen, in denen die unvermeidlichen, die Wahl der geeigneten Apparate bedingenden Schwankungen des elektrischen Zustandes der Leitungen stattfinden, zur Ermittelung der wahren Ursachen derjenigen Fehler endlich, welche den Betrieb der Leitungen stören können, müssen die sorgfältigsten Untersuchungen der Linien auf jener breiten Grundlage vorgenommen werden, welche allein sichere Schlüsse aus den beobachteten Erscheinungen zu ziehen ermöglicht. An der Hand dieser systematischen Beobachtungen gelangt man dann zu denjenigen Ergebnissen, welche die Bedingungen vorschreiben, nach welchen der Bau der Leitungen zur Vervollkommnung des telegraphischen Betriebes eingerichtet werden muss.

C. Unterhaltung der oberirdischen Telegraphenlinien.

§. 8.

Ueberwachung der oberirdischen Telegraphenlinien.

I. **Begehung der Strecken.** Die oberirdischen Telegraphenlinien bedürfen einer steten und sorgfältigen Ueberwachung. Dem diese Ueberwachung ausführenden Personale fällt einerseits die Aufgabe zu, durch häufiges Begehen der Strecke auftretende Fehler möglichst zeitig zu ermitteln, um eine Beseitigung derselben noch ehe eine Störung des Betriebes eintritt erfolgen zu lassen, andererseits müssen dieselben in den Stand gesetzt sein, plötzlich durch äussere Einflüsse hervorgebrachte Störungen so schnell und gut wie möglich vorläufig beseitigen zu können. Wo die Linien nicht uncultivirte Länderstrecken durchschneiden und ein besonderes Aufsichtspersonal ihnen entlang vertheilt werden muss, werden zur regelmässigen Ueberwachung, die Landstrassen- und Eisenbahnwärter herangezogen. Gleichzeitig findet in gewissen Zwischenpausen noch eine regelmässige Begehung der Linien durch besondere Telegraphenleitungs-Revisoren statt.

Nächst dem geraden und unveränderlichen Stande der Stangen hat der Wärter die normale Lage der Leitungsdrähte zu beobachten und sich davon zu überzeugen, ob dieselben sich nicht gegenseitig oder andere Gegenstände berühren, ob keine Bindedrähte gerissen und keine Isola-

toren zerbrochen sind. Ferner muss sich seine Aufmerksamkeit darauf richten, ob nicht Gegenstände zwischen den Leitungen hängen. Feine Fäden und Spinnenweben bilden im feuchten Zustande gute Leiter des elektrischen Stromes und verursachen oft empfindliche Nebenschliessungen. Im Winter müssen die Leitungen thunlichst von den sie belastenden Schnee- und Eismassen mittels Besens oder durch Abklopfen befreit werden, im Sommer sind die Baumzweige, welche mit den Leitungen in Berührung kommen, zu entfernen.

II. Zur **vorläufigen Fehlerbeseitigung** erhalten sämmtliche mit der Ueberwachung der oberirdischen Telegraphenanlage betrauten Wärter eine ausführliche gedruckte Anweisung, welche alle einzelnen Fälle behandelt, welche bei Störung der Leitungen vorkommen können, und in leicht verständlicher Weise die Angaben über die zu schaffende vorläufige Abhülfe enthält. Reserve-Isolatoren, Bindedrähte, Fangleinen und eine kurze Länge schwachen Leitungsdrahtes, zweckmässig auch eine kurze Länge isolirten Drahtes sind die Ausrüstungsgegenstände, die dem Wärter Behufs vorläufiger Beseitigung auftretender Fehler in den Leitungen gegeben werden. Er wird dadurch in den Stand gesetzt, zerbrochene Isolatoren zu ersetzen, im Falle des Herabfallens von Leitungsdrähten dieselben vorläufig aufzubinden, sowie beim Reissen eines Drahtes eine vorläufige leitende Verbindung der beiden Leitungsenden herzustellen. Zur Herstellung dieser vorläufigen Leitungsverbindung werden die Enden der gerissenen Leitung mittels der Fangleine zusammengezogen und hiernach mittels schwachen Leitungsdrahtes in der Weise verbunden, dass eine gute metallische Berührung an beiden Verbindungsstellen hergestellt wird, wobei darauf geachtet werden muss, dass jede zu Ableitung des Stromes Veranlassung gebende Berührung der Verbindungsstelle mit anderen Leitungen u. s. w. vermieden wird. Der schädliche Einfluss der Drahtberührungen wird dadurch in vorläufiger Weise beseitigt, dass der Wärter einen oder mehrere der sich berührenden Drähte durch seitlich angebrachte Bindfäden oder Stricke, welche an im Boden eingeschlagene Pfähle befestigt werden, auseinanderzieht und in einer Lage, in welcher keine Berührungen stattfinden können, befestigt. Regnet es, so sind diese Bindfäden, namentlich wenn dieselben sehr kurz sind, dadurch zu isoliren, dass man dieselben an einem Isolator befestigt, der auf einem in den Erdboden geschlagenen Pfahl angebracht wird. Diejenigen Leitungsdrähte, deren Betrieb in erster Linie vor Störungen zu bewahren ist, wie namentlich die dem Eisenbahnsignalwesen dienenden und den internationalen Verkehr vermittelnden Drähte, sind den Wärtern besonders zu bezeichnen.

Damit die Wärter vorkommende Störungen schnell beseitigen können, ist es nothwendig, dass auf der Strecke eine genügende Anzahl von

Leitern vertheilt ist. Die Leitern werden zweckmässig mit Vorlegeschloss an die Wärterbuden angeschlossen.

III. In jedem Falle ist eine wohlorganisirte, **schleunige Störungsmeldung** behufs Wiederherstellung des tadellosen Zustandes der Leitungen eins der Haupterfordernisse für den geregelten Betrieb der Linien. Die endgiltige Beseitigung der Fehler liegt den Leitungsrevisoren ob, welchen gewisse Bezirke überwiesen sind. Von der Zuverlässigkeit, mit der die hierzu erforderlichen Arbeiten ausgeführt werden, hängt im Wesentlichen die Betriebssicherheit der Linien ab, und daher ist der Ueberwachung dieser Arbeiten ganz besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Namentlich müssen bei Gelegenheit solcher Fehlerbeseitigung die Ursachen genau ermittelt werden, welche die Störung herbeiführten, damit bei den regelmässigen jährlichen Revisionen der gesammten Anlagen diejenigen Maassnahmen getroffen werden können, welche geeignet sind, das Wiederauftreten solcher Fehler unmöglich zu machen.

§. 9.

Revision der oberirdischen Telegraphen-Anlagen.

I. **Nothwendigkeit.** Alljährlich mindestens einmal muss die oberirdische Telegraphenanlage einer gründlichen Revision unterworfen werden, die sich auf alle diejenigen Punkte zu erstrecken hat, deren Erhaltung für den Bestand des gesicherten Betriebes in Frage kommt. Der unveränderte und gesicherte Stand der Stangenlinie und der den Leitungen sonst noch als Unterstützungen dienenden Träger, als Mauereisen u. s. w., müssen einer genauen Durchsicht unterzogen und eintretende Fehler beseitigt werden.

II. **Die Untersuchung der Stangenfussenden** ist hierbei die nächste und wichtigste. Zur Gewinnung eines Urtheils darüber, ob eine ältere Stange im Stande sei bis zur nächsten Jahresrevision den Anforderungen, die an dieselbe gestellt werden müssen, Genüge zu leisten, werden die Fussenden fraglich erscheinender Stangen auf eine Tiefe von mindestens 30 cm freigelegt, wobei man sich durch Anbohren des Holzes am untersten erreichbaren Ende mittels eines spitzen Instrumentes von dem Fortschritt der Verrottung der Stange unterrichtet. Hierbei wird zweckmässig ein Theeren des freigelegten Stangenfusspunktes vorgenommen. In manchen Fällen kann durch Anbringung von sogenannten Klebpfosten eine Sicherung beschafft werden, indem man gesunde Pfähle neben dem geschwächten Fussende der Stange einrammt und

Elektrotechnische Zeitschrift.

Herausgegeben
vom
Elektrotechnischen Verein.
Redigirt
von
Dr. K. Ed. Zetzsche.

Jährlich 12 Hefte von ca. 5 Bg. 4° — Preis für den Jahrgang 20 M.

Die

Elektrische Haustelegraphie.

Handbuch für Techniker, Mechaniker und Bauschlosser.

Bearbeitet von
L. Scharnweber,
Techniker in Karlsruhe i. B.

Mit 97 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Preis 3 M. 60 Pf.

Die elektrische Beleuchtung.

Von
Alex Bernstein,
Civil-Ingenieur.

Mit 16 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Preis 2 Mark.

Untersuchungen über die elektrische Entladung in Gasen.

Eine

neue Form elektrischer Abstossung

von
Dr. Eugen Goldstein.

Mit 6 lithographirten Tafeln. Preis 4 M.

Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

HANDBUCH

DER

ELEKTRISCHEN TELEGRAPHIE.

UNTER MITWIRKUNG VON MEHREREN FACHMÄNNERN

HERAUSGEGEBEN VON

PROF. DR. K. E. ZETZSCHE,

KAISERL. TELEGRAPHEN-INGENIEUR.

DRITTER BAND:

DIE ELEKTRISCHE TELEGRAPHIE IM ENGEREN SINNE.

ZWEITE LIEFERUNG.

Der Bau der Telegraphenlinien. (Schluss.)

BEARBEITET VON O. HENNEBERG.

MIT ZAHLREICHEN IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.

Titel und Inhaltsverzeichniss werden der Schlusslieferung eines jeden Bandes beigegeben.



BERLIN 1882.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER.

MONBIJOUPLATZ 3.

Inhalt der 2. Lieferung des dritten Bandes.

Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

letztere mit diesen durch eiserne Schellen verbindet. In dieser Befestigung des Gestänges kann aber im Allgemeinen keine genügende Sicherheit gefunden werden, vielmehr empfiehlt es sich, wo irgend angängig das Tiefersetzen oder Auswechseln der unbrauchbar gewordenen Hölzer zu bewirken.

Beim Tiefersetzen wird die über dem Boden abgesägte Stange, welche gegen Umfallen durch vorläufig angebrachte Stützen gesichert wurde, ein wenig bei Seite gerückt, der verfaulte Theil womöglich mittels Kette und Hebebaumes aus dem Boden gehoben, worauf die Stange in das vorhandene bezw. in ein neu gegrabenes Loch eingesetzt wird.

Beim Ergänzen einer Stange durch eine neue, wird die Aufstellung letzterer zunächst bewirkt und erst nachdem die Leitungen nach dieser verlegt und an derselben befestigt worden sind, darf jene entfernt werden.

III. **Reguliren des Gestänges und der Leitungen.** Die Ausbesserungsarbeiten erheischen namentlich an den End- und Winkelpunkten beträchtliche Umsicht und müssen mit grosser Vorsicht ausgeführt werden, damit Verunglückungen der Arbeiter ausgeschlossen bleiben und keine Störungen des Betriebes eintreten.

Die Entlastung desjenigen Punktes der Linie, an welchem gearbeitet wird, von dem Zuge, welchen die Spannung in den Leitungsdrähten verursacht, ist bei allen vorzunehmenden Reparaturarbeiten das erste Erforderniss. Ferner muss eine genügende Anzahl von Reservestreben und Ankern, von Abfangketten mit Froschklauen, von Flaschenzügen u. s. w. zur Hand sein, um die nothwendig werdenden vorläufigen Abspannungen in gesicherter Weise herstellen zu können. Nur geübte Arbeiter dürfen mit der Ausführung dieser Arbeiten betraut werden.

Fast sämmtliche auszuführende Reparatur- und Revisionsarbeiten lassen sich ohne irgend welche Störung des regelmässigen Betriebes der Linien vornehmen, wenn die erforderlichen vorläufigen Verbindungen unter den gehörigen Vorsichtsmaassregeln gemacht werden und die Arbeiten nicht gerade in anhaltende Regenzeit fallen. Neben der Geraderichtung und Sicherung des Gestänges muss die Revision sich auf die Herstellung des normalen Durchhanges und der gehörigen Befestigung der Leitungen, d. h. die Untersuchung der Bindungen an den Isolatoren erstrecken, und es muss dieselbe ferner die Auswechselung schadhafter und die sorgfältige Reinigung sämmtlicher in den Leitungen befindlichen Isolatoren einschliessen.

Noch möge hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass es sich bei der Führung der Leitungen den Eisenbahnen entlang empfiehlt,



darauf Rücksicht zu nehmen, dass die etwa durch Wind oder dergl. umfallenden Telegraphenstangen nicht in das vorschriftsmässig freizuhaltende Bahnprofil fallen können, die Stangen daher wenn irgend thunlich soweit von den Schienen entfernt zu stellen sind, dass die Spitze der umgeworfenen Stange noch reichlich Abstand von der nächstliegenden Schiene hat.

Zweiter Abschnitt.

Der Bau der unterirdischen und unterseeischen Telegraphenlinien.

Allgemeines. Während bei der oberirdischen durch die Luft geführten Leitung nur die Isolation derjenigen Punkte zu bewirken ist, an welchen der Draht mit den Stützpunkten in Berührung kommt, muss bei der Herstellung einer elektrischen Verbindung unter der Erde oder unter dem Wasser der Leiter seiner ganzen Länge nach mit einem isolirenden Körper umgeben, an jedem einzelnen Punkte gegen Stromverlust geschützt werden. Dies bedingt nicht nur den vollständig verschiedenen äusseren Bau der beiden dem telegraphischen Verkehr zu Gebote stehenden Mittel, sondern schliesst auch gleichzeitig Verhältnisse ein, welche für die Fortpflanzung der elektrischen Zeichen auf beiden Wegen derart bestimmend einwirken, dass beide von durchaus getrennten Gesichtspunkten betrachtet werden müssen. Hierzu kommt, dass die Forderungen, welche in mechanischer Beziehung an beide zu stellen sind, wesentlich andere sind. Die oberirdische Leitung muss nach ihrer Fertigstellung den auf sie einwirkenden Kräften eine genügende Festigkeit entgegensetzen, während die unterirdisch gebetteten Drähte derartigen Einwirkungen vollständig entzogen sind; an die unterseeischen Leitungen dagegen treten während der Versenkung in bedeutende Tiefe Anforderungen ganz anderer Art in Bezug auf Festigkeit heran, welche für deren Bau Ausschlag gebende sind.

Der mit Isolationsmaterial bekleidete Leiter bildet die Kabelader; die seilartige Vereinigung mehrerer Kabeladern die Kabellitze. Zum Schutze gegen äussere Beschädigungen und um der fertigen Leitung die beim Legen erforderliche Festigkeit zu geben, wird die Kabelader bezw. die Kabellitze mit einer gewöhnlich aus Hanf und Eisendrähten seilartig hergestellten Hülle umgeben. Die so gebildete Leitung nennt man das Kabel.

Die Materialien und die Herstellung der für unterirdische und unterseeische Führung dienenden Kabelleitungen sind im Allgemeinen

die gleichen. Der Unterschied ist wenigstens nicht ein derartiger, um eine vollständig getrennte Besprechung beider zu erfordern. Der folgende Abschnitt, der diesem Theile des Telegraphenbaues gewidmet ist, stellt die Herstellung der für die unterirdischen Leitungsanlagen Deutschlands gegenwärtig benutzten Kabel, als diejenigen, denen sich vornehmlich das Interesse zuwendet, in den Vordergrund, während derselbe die von diesen abweichenden und die unterseeischen Kabel im Anschluss an jene behandelt.

Zwischen der oberirdischen und unterirdischen Führung der Leitungen hat sich von Anfang an in der Telegraphie ein lebhafter Widerstreit entwickelt. Die Vorzüge der letzteren wurden von Haus aus wohl erkannt, aber die Mittel welche der Technik zu Gebote standen, waren noch unvollkommene und die ersten Versuche mussten daher misslingen. Nicht aber die Vervollkommnung der Herstellung unterirdischer Leitungen allein war es, die neuerer Zeit zu ihrer Wiederaufnahme führte, es wirkte hierbei wesentlich der Umstand mit, dass man mehr und mehr den unschätzbaren Werth der ungestörten telegraphischen Verbindung würdigen lernte und zu der Einsicht kam, dass die Sicherheit, welche thatsächlich durch Benutzung unterirdischer Leitungen erreicht wurde, mit oberirdischen niemals erzielt werden konnte. Seit die sturmreichen Witterungsperioden der letzten Jahre[1]) an unserem Telegraphenbetriebe spurlos vorüber gingen, befestigt sich mehr und mehr die Ueberzeugung, dass es unbedingt nothwendig ist, demjenigen Mittel, das dem grossen Verkehre die werthvollsten Dienste zu leisten berufen ist, Bedingungen, welche zu seinem gesicherten Fortbestehen nothwendig sind, nicht vorzuenthalten. Nicht nur für Handel und Verkehr sind die telegraphischen Verbindungen die Lebensnerven, nicht allein friedliches Gedeihen hängt von ihnen ab, auch für den Krieg sind sie die Wege der Entscheidung. Nur ein vollkommenes Verkennen unserer Zeit könnte den unschätzbaren Werth leugnen, der darin liegen muss, diese Lebensadern der unberechenbaren Einwirkung von Wetter und Stürmen zu entziehen!

Die Bedürfnisse des Verkehrs werden voraussichtlich immer die Anwendung beider Mittel erhalten und eines wird das andere schwerlich ganz verdrängen, aber man wird die Vortheile, welche die gesicherte unterirdische Verbindung gewährt, immer mehr würdigen lernen, und die Ausdehnung der unterirdischen Leitungen wird eine naturgemässe Beschränkung der an Gestängen durch die Luft geführten Dräthe herbeiführen.

---

[1]) Hier möge als Beispiel erwähnt werden, dass am 15. April 1879 von den 200 in Berlin endigenden Linien 82 durch Sturm zerstört waren, der telegraphische Verkehr aber dennoch keine Unterbrechung erlitt.

Die geschichtlichen Hauptmomente der Entwickelung der unterirdischen und unterseeischen Telegraphenlinien enthält der 1. Band auf Seiten 487 bis 491 und 498 bis 503. Die Anwendung der Guttapercha zur Isolation der Drähte war die grundlegende Erfindung. Der Erfolg des neuen Materials scheiterte aber zunächst hauptsächlich daran, dass das Verfahren des Reinigens der Guttapercha ein noch so unvollkommenes war, und dass man dieselbe mit Schwefel vermischte. Die chemische Wirkung des Schwefels auf das Kupfer der Leitung führte die Zerstörung der erzeugten Kabeladern herbei. Ferner hatte man die auf diese Weise isolirten Leitungen ohne äusseren Schutz in ungenügender Tiefe in der Erde vergraben; die Herstellung der Kabeladern sowohl als auch deren Legung war übereilt worden, und es konnte bei dem immer dringender werdenden Bedürfnisse schleunigst telegraphische Verbindungen herzustellen, der Vervollkommnung der Herstellungsweise der isolirten Drähte nicht die nothwendig erforderliche Zeit geschenkt werden.

Man war daher gezwungen, zunächst zur oberirdischen Führung der Leitungen zu schreiten. Aber die Nothwendigkeit der Herstellung elektrischer Verbindungen unter Wasser führte bald zur technischen Lösung der Aufgabe, und nachdem die durch Flüsse, Seen und Meere gelegten Leitungen dauernden Erfolg erwiesen hatten und ein weitverzweigtes Netz von Verbindungen dieser Art entstanden war, schritt man auch wieder zur Herstellung unterirdischer Kabel, so dass heute alle drei genannten elektrischen Verbindungen, die oberirdische, die unterirdische und die unterseeische ihren jeweiligen Zwecken entsprechend im weitesten Umfange Anwendung finden. Das grossartige Netz überseeischer Verbindungen breitet sich von Jahr zu Jahr aus, schon sind die Linien zwischen der alten und neuen Welt vielfache, schon haben sich die Leitungen nach Indien, China und Australien verdoppelt und das Cap der guten Hoffnung ist mit in sein Bereich gezogen worden. Die Maschen desselben knüpfen sich unaufhaltsam fort, um mehr und mehr Orte an dem unmittelbaren Weltverkehre theilnehmen zu lassen, und Hunderte von Meilen Kabel werden alljährlich in das Meer versenkt. Aber auch auf dem Lande beginnen sich die unterirdischen Kabelverbindungen auszubreiten und zu einem weitverzweigten Leitungssysteme zu entwickeln; bereits über 5000 Kilometer Kabel mit über 37 000 Kilometer Länge der Leitungen verbinden die Hauptorte Deutschlands, und Frankreich steht im Begriffe dem gegebenen Beispiel zu folgen.

Bei der Wichtigkeit, welcher in diesem Abschnitte den elektrischen Prüfungen der Materialien sowohl als der Untersuchung der aus denselben hergestellten Erzeugnisse beigelegt werden muss, scheint es angezeigt, die bezüglichen Betrachtungen und Mittheilungen von der Beschreibung

der Herstellung der Kabel und der Legung derselben zu trennen, um alsdann im Zusammenhange diejenigen Bedingungen für den Bau, die Untersuchung und den Betrieb dieser Leitungen kennen zu lernen, welche die elektrischen Erscheinungen in den Kabeln bedingen, soweit dieselben nicht bereits in § 7 des **2.** Bandes besprochen worden sind.

A. Die Materialien für die unterirdischen und unterseeischen Telegraphenlinien.

§ 10.

Der Leitungsdraht der Kabel.

I. **Anforderungen.** Die Gründe, welche die Wahl des Eisens als Material für die oberirdische Leitung bestimmten, sind für die unter der Erdoberfläche zu führenden elektrischen Verbindungen nicht maassgebend. Der Werth des Isolationsmaterials, welches den Leitungsdraht in einer bestimmten Stärke bedecken muss, um die Ableitung des Stromes nach den unmittelbar berührten leitenden Erdkörper zu verhindern, beeinflusst hier die Wahl des Materials für den Leiter. Denn da der Preis des zur Isolation der Drähte verwendeten Guttapercha oder des Kautschuks ein sehr hoher ist, bietet das billigere, schlechter leitende Eisen, welches in entsprechender Stärke verwendet werden müsste und hierdurch einen beträchtlichen Mehrbedarf an Isolationsmaterial bedingen würde, dem theureren aber besser leitenden Kupfer gegenüber keine Vortheile. Nur in Ausnahmefällen ist hie und da mit Guttapercha isolirter verzinnter Stahldraht in kleinerem Umfange angewendet worden, im Uebrigen wird das Kupfer ausschliesslich zur Herstellung der Leiter der Kabel verwendet.

II. **Der Kupferdraht für Kabel.** Das zu elektrischen Leitungen verwendete Kupfer muss ein chemisch möglichst reines sein. Beimengungen fremder Metalle, von Phosphor oder von Schwefel beeinträchtigen seine Leitungsfähigkeit erheblich. Nur die besten Kupfersorten eignen sich daher für die Herstellung der Kabelleitung. Neuerer Zeit kommt auch auf galvanischem Wege raffinirtes Kupfer zur Anwendung, seit es mit Hülfe der dynamo-elektrischen Maschinen gelungen ist, dasselbe in grossen Mengen wohlfeil niederzuschlagen.

Die Behandlung der Kupferbarren zur Gewinnung der für die Leitungen benutzten dünnen Drähte ist im Wesentlichen dieselbe wie diejenige der Eisendrähte. Durch Walzen und Ziehen wird das ausser-



ordentlich dehnbare Metall auf jede beliebige Stärke gebracht, wobei, wenn letzteres Verfahren sehr häufig wiederholt werden muss, von Zeit zu Zeit ein Ausglühen des Drahtes nöthig wird. Der Durchmesser der zur Anwendung kommenden Drähte beträgt im Maximum in der Regel nicht mehr als 2 mm, zumeist werden Drähte von 0,6 bis 0,7 mm Durchmesser benutzt.

Da der Kupferleiter eines Kabels eine verhältnissmässig nur geringe Stärke zu haben braucht, so ist die Gefahr eines Bruches desselben beträchtlich. Man bildet daher den Leiter nicht aus einem einzelnen Kupferdrahte von dem erforderlichen Querschnitte, sondern aus mehreren zu einem Seile zusammengedrehten dünneren Drähten, welche gemeinsam die Leitung bilden und bei eintretendem starken Zuge eine Bürgschaft dafür gewähren, dass wenn auch einer oder der andere reisst, der leitende Zusammenhang doch erhalten bleibt. Man nennt diese Kupferseile Litzen und stellt dieselben für Leitungen, bei welchen jene Gefahr des Zerreissens geringer ist, aus 3, bei solchen die stärkerem Zuge ausgesetzt werden, aus 7, nur für gewisse Zwecke dagegen aus einer anderen Anzahl einzelner Drähte her.

III. **Seilmaschinen zur Herstellung der Kupferlitzen.** Die einfache Vorrichtung, mittels welcher die Kupferlitzen gesponnen werden, trägt auf einer durchbohrten Axe eine Scheibe, in welcher eine Anzahl Trommeln drehbar gelagert sind. Auf diesen Trommeln sind die zu verseilenden Kupferdrähte aufgewickelt. Ein Kupferdraht, welcher von einer losen Trommel, einer Krone kommt, geht durch die hohle Axe hindurch und trifft, wo er dieselbe verlässt, mit den Enden der von den Trommeln kommenden Drähte zusammen, um daselbst mit diesen durch eine gemeinsame Führungsöffnung geleitet zu werden. Werden nun unter gleichzeitiger Umdrehung der Trommelscheibe sämmtliche Drähte gemeinsam vorwärts gezogen, so wickeln sich die von den Trommeln kommenden um den durch die hohle Axe geführten Draht in flachen Schraubengängen auf und vereinigen sich mit demselben zur verseilten Litze. Das Vorwärtsziehen der Drähte erfolgt dadurch, dass das Seil um eine Trommel, welche die Maschine gleichzeitig in Drehung versetzt, einigemale herumgelegt wird. Das fertige Seil wird alsdann durch eine mit entsprechender Geschwindigkeit gedrehte abnehmbare Trommel aufgewunden.

Die sich berührenden Cylinderflächen der Drähte lassen einen Zwischenraum zwischen sich frei, der nach Aufbringung des Isolationsmateriales mit Luft gefüllt verbleiben müsste. Da dies schädlich sein würde, werden diese Zwischenräume von Haus aus mit einem Stoffe ausgefüllt. Man wählt hierzu eine aus Guttapercha, Theer und Harzen gemischte Masse, Chatterton's Compound, welche auch anderwärts



vielfach als Bindemittel verwandt wird. Dieselbe wird erwärmt, hierdurch flüssig gemacht und der mittlere durch die Axe gehende Draht durch dieselbe hindurchgezogen. Die sich um diesen legenden, von der Trommelscheibe kommenden Drähte verdrängen dann die Mischung beim Verseilen, wobei die Zwischenräume ausgefüllt verbleiben.

§. 11.

Die Isolationshüllen der Kabel.

I. **Anforderungen.** Nicht viele Materialien bieten sich, um die Leitung mit einem gleichmässigen Ueberzuge eines Isolators in geeigneter Weise versehen zu können. Der specifische Isolationswiderstand und das specifische Ladungsvermögen des Stoffes selbst, die Möglichkeit den Leiter mit demselben in ganz ununterbrochenem Zusammenhange zu bedecken und eine gewisse Biegsamkeit, welche für die Handhabung beim Verlegen der Kabelleitung nothwendig bleibt, bedingen die Wahl des Materials. Die Verwendung ganz harter, sowie vollständig flüssiger Stoffe ist ausgeschlossen, wenn eine Leitung hergestellt werden soll, die sich als fertiges Ganze unter die Erde betten oder auf den Grund der Gewässer versenken lässt. Nur wenn vorgängig unter der Erdoberfläche Behälter, durch eingesenkte Kästen oder verlegte Rohre geschaffen werden, ist die Anwendung harter Stoffe wie Asphalt und Harz oder isolirender Flüssigkeiten, wie Paraffinöl möglich. Mit letzterem Stoffe hat man neuerer Zeit, wenn auch ohne viel versprechenden Erfolg Versuche gemacht. Nach dem Berichte des Telegraphic Journal (1881 S. 306.) hat D. Brooks in London eine jetzt 18 Kilometer lange Linie in der Weise hergestellt, dass er 30 bis 40 mit Jute übersponnene Kupferdrähte von 1,25 mm Durchmesser in etwa 30 mm starke eiserne Röhren einzog, welche mit Paraffinöl gefüllt wurden. Der Isolationswiderstand beträgt etwa 4,6 Millionen S. E. und das Ladungsvermögen etwa 0,28 Microfarads für das Kilometer, und Brooks meinte, es liessen sich mit besserem Oele noch günstigere Ergebnisse erzielen.

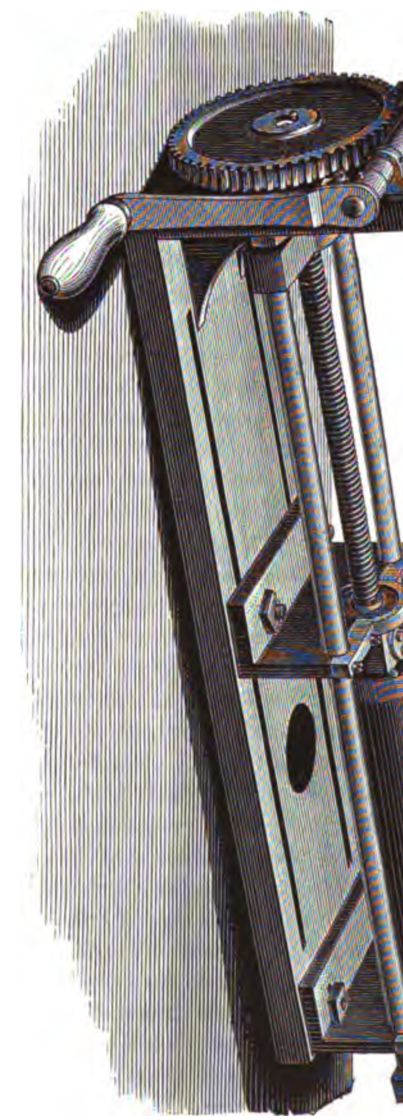
Die Vortheile, welche das Kabel diesen in Trögen oder Röhren geführten Leitungen gegenüber, — man kann letztere mit dem Namen Kabel nicht bezeichnen, — bietet, liegen auf der Hand. Der Umstand allein, dass bei Verwendung von Kabeln ein Aufnehmen der Leitungen und Wiederverlegen derselben von einem nach dem anderen Orte hin ohne Weiteres erfolgen kann, ist schon ausschlaggebend, und es ist daher nicht nöthig, auf die Unzweckmässigkeit solcher Anlagen und die mannigfachen Störungen, denen dieselben ausgesetzt sind, näher einzugehen.

Die Eigenschaften des Isolationsmaterials für unterirdische und unterseeische Kabelleitungen können nicht besser gekennzeichnet werden als durch Aufführung aller derjenigen Eigenthümlichkeiten, welche die reine Guttapercha hat. Es wurde versucht an ihre Stelle das Kautschuk anzuwenden, aber obwohl dieser Stoff in elektrischer Beziehung Vortheile zu bieten schien, liessen sich doch Isolationshüllen für längere Leitungen aus demselben nicht so fehlerfrei herstellen, wie es durch jenes eigenartige Material möglich und für den dauernden Betrieb der Linien nothwendig war.

II. **Die Gewinnung der Guttapercha.** Im Jahre 1843 brachte Dr. Montgomerie die Guttapercha zuerst nach Europa. Der französische Arzt hatte beobachtet, dass die Malayen von einem auf Singapore heimischen Baume einen eigenthümlichen Stoff gewannen, aus welchem sie allerlei Gegenstände, wie Reitgerten, Gefässe u. a. m. bildeten, die sich durch eine gewisse Biegsamkeit bei grosser Widerstandsfähigkeit des Materials auszeichneten. Der Stoff, dessen isolirende Eigenschaften Faraday untersuchte, kam in der Londoner Royal Society William Siemens zu einer Zeit zu Händen, in der Werner Siemens in Deutschland die Herstellung unterirdischer Leitungen verfolgte. Den Werth des Materials für diese Zwecke erkennend, schickte er ihm eine grössere Probe, aus welcher die ersten unter Wasser brauchbaren Leitungen hergestellt wurden. Siemens umpresste zunächst Kupferdrähte mit Streifen erweichter Guttapercha mittels gekehlter Walzen und construirte später (1847) in Gemeinschaft mit Halske das Modell der zur Herstellung einer zusammenhängenden Guttaperchahülle ohne Naht geeigneten Presse, welche in Fig. 194 abgebildet und im Bd. I. S. 487 ff. näher besprochen ist. Mit nach diesem Modell (welches an Fonrobert & Pruckner abgetreten wurde) erbauten Maschinen wurden die in Deutschland und Russland 1847 bis 1851 in grosser Zahl erbauten unterirdischen Leitungen und mit ähnlichen Pressen werden noch jetzt alle submarinen Leitungen angefertigt.

Die Guttapercha ist der getrocknete Saft des Guttaperchabaumes, Isonandra gutta, Familie der Sapotaceen. Der Baum, welcher hauptsächlich in den Gebirgen von Singapore, auf Borneo und verschiedenen malayischen Inseln heimisch ist, kommt auch noch auf wenigen anderen tropischen Inseln vor. Er wird etwa 20 m hoch, 1 m stark und hat weiches faseriges Holz. Der gefällte Stamm liefert etwa 18 kg Guttapercha. Während früher die verwüstende Art der Gewinnung des Baumsaftes durch Fällen der Stämme an der Tagesordnung war, nach einem Berichte wurden vom Beginn des Jahres 1845 bis Ende 1847 allein über 69000 Bäume geschlagen, bewirkt man sie jetzt durch jährliche Entnahme eines gewissen Theiles des Baumsaftes, ähnlich der Harzgewinnung an Tannen.

Fig. 194.



Modell der ersten Guttaperchapresse von Siemens & Halske 1847 erbaut. (Vergl. Bd. I S. 487 ff.) Dieses Modell wird im Museum der Reichs-Post und Telegraphen-Verwaltung in Berlin aufbewahrt.

Die Guttapercha kommt in rohen Broden in den Handel, in welchen noch ein grosser Theil verunreinigender Stoffe als Baumrinde, Sand u. dergl. enthalten sind. Häufig finden sich in den Sendungen von den eingeborenen Sammlern aus der formsamen Masse hergestellte wunderliche Gebilde von Götzen und Thieren. Die Farbe des Rohstoffes ist von einem fleischfarbigen ins gelbliche oder grauliche spielenden Tone und der Schnitt durch die gummiartige Masse weist ein geschichtetes Gefüge auf.

Der jährliche Import von Guttapercha in England beträgt durchschnittlich eine Million Kilogramm, es wurden daselbst eingeführt

1856	899 000	kg.
1861	876 000	-
1866	1080 000	-
1871	976 000	-
1876	981 000	-
1878	1494 000	-

Der Preis des Materials betrug für das Kilogramm im Jahre 1848 nur 2,65 bis 2,85 M. während er jetzt auf 5,50 bis 6,60 M. gestiegen ist.

III. Zur **Reinigung der Guttapercha** wird zunächst der Rohstoff zerkleinert. Dies geschieht auf sehr kräftigen Schneide- bezw. Zerreissmaschinen. Auf einem schweren mit grosser Kraft bewegten Scheibenrade sind Stahlmesser angebracht, welche das Material in dünne Scheiben zerschneiden, oder besser gesagt in Späne zerreissen. Die so erhaltenen Zerkleinerungen werden mit heissem Wasser behandelt, wobei sich grössere Sand- und Holztheile loslösen und entfernt werden können. Die erweichte Masse wird dann in Waschapparaten, unter Beisein von erwärmtem Wasser in der Weise gewaschen, dass schnell in Umdrehung versetzte Walzen von kreuzförmigem Querschnitte die Guttapercha solange zerreissen bis eine feinzertheilte schwammartige Masse erhalten wird, aus welcher der grösste Theil der Beimengungen an Sand bereits entfernt ist. Nachdem hiernach der Stoff in Klumpen zusammengeknetet worden ist, wird er mittels starker hydraulischer Pressen durch Siebe von Drahtgeflecht getrieben, wobei beigemengte Holzfasern als Rückstand verbleiben. Nach Wiederholung dieses Verfahrens wird die Guttapercha längere Zeit in den obigen ähnlichen Waschapparaten gewaschen, um sodann in die Knetmaschinen zu gelangen. In diesen wird die Masse ohne Beisein von Wasser während längerer Zeit von gerippten Walzen unter Ausübung eines bedeutenden Druckes auf das Material durchgeknetet, um zu einem zusammenhängenden Klumpen vereinigt zu werden. Die aus der Knetmaschine erhaltenen Guttaperchastücke werden alsdann unter wiederholtem Walzen zwischen polirten Stahlcylindern und Platten zu dünnen Scheiben verarbeitet und als solche in den Trocken-

raum gebracht, um in diesem längere Zeit warmer trockener Luft ausgesetzt zu werden. Die so erhaltenen Platten, welche in Kellern aufbewahrt werden, bilden das Halbfabrikat für die Herstellung isolirender Kabelhüllen, welches man die gereinigte Guttapercha nennt. Dieselbe ist von hell gelbbrauner bis dunkel schwarzbrauner Farbe und hat ein specifisches Gewicht von 0,96 bis 0,98. An der Luft oxydirt die Guttapercha langsam und wird mit der Zeit brüchig, beim Abschluss des unmittelbaren Luftzutrittes aber erweist sie sich als sehr beständig.

In elektrischer Beziehung sind die Grenzen, in denen sich die Güte des Materials bewegt, sehr weite, aus welchem Grunde eine sorgfältige Prüfung desselben vor der Verwendung stattfinden muss. Mechanisch zeigt der Stoff eine grosse Dehnbarkeit. Die bleibende Verlängerung bei der Dehnung beginnt in der durchschnittlichen Lufttemperatur bei einem Zuge von 42 kg, welcher auf 1 qcm des Querschnittes wirkt. In der Wärme wird die Guttapercha knetbar und erhärtet, wenn keine Ueberhitzung stattfindet, auf ihren früheren Zustand, eine Eigenschaft des Materials, durch welche es für die Herstellung von Isolationshüllen ganz besonders geeignet ist.

IV. Das **Umpressen des Leiters mit Guttapercha** erfolgt in Pressmaschinen, welche im Grundprincipe dem auf S. 186 dargestellten Apparate gleich sind. Der die Leitung bildende Draht, bezw. die Litze, aus welcher dieselbe besteht, wird durch einen Cylinder hindurchgezogen, in welchem sich die erweichte Guttapercha befindet. Während dieselbe am eintretenden Ende durch eine Oeffnung geführt wird, in welche sie eben hineinpasst, tritt sie durch eine dem Durchmesser der aufzubringenden Guttaperchahülle entsprechend weite Oeffnung aus. Wird gleichzeitig mit dem Hindurchziehen des Leiters durch den Cylinder, auf die in diesem befindliche Guttaperchamasse durch einen Kolben ein starker Druck ausgeübt, so presst sich dieselbe um den austretenden Draht bezw. um die Litze concentrisch gleichmässig herum. Die Menge der neben dem Drahte austretenden Guttapercha und dadurch die Dicke der den Draht umkleidenden Guttaperchaschicht wird zugleich dadurch regulirt, dass von den im Presscylinder ausser den zum Durchlassen des oder der Drähte dienenden Oeffnungen noch vorhandenen, ins Freie mündenden, durch Hähne verschlossenen Oeffnungen eine oder mehrere ganz oder theilweise geöffnet werden.

Damit ein ununterbrochenes Umpressen erfolgen kann, werden zwei solcher Presscylinder angeordnet, welche mit einander in Verbindung stehen. Durch zwischen beide geschaltete Hähne kann alsdann bald aus dem einen bald aus dem anderen Presscylinder die Guttapercha dem Drahte zugeführt werden. Beim Austreten aus dem Umpressungsapparat tritt der überkleidete Leiter in ein längeres Wasserbad ein, durch



welches er behufs Abkühlung und Erhärtung der erweichten Isolationsmasse unter mehrmaligem Hin- und Hergehen hindurchgezogen wird, um alsdann auf Rollen aufgewunden zu werden.

Damit zwischen Leiter und Isolationshülle keine etwa mit Luft angefüllten Zwischenräume sich bilden können und eine feste Verbindung zwischen beiden eintritt, wird der Draht, ehe er in den Umpressungscylinder eintritt, durch erwärmtes Chatterton Compound als flüssiges Bindemittel gezogen. Dieser aus einer Mischung von Guttapercha, Theer und Harz erzeugte Klebstoff, umgiebt den Leiter in einer sehr dünnen Schicht und erhärtet beim Erkalten zu einer der Guttapercha selbst ähnlichen, biegsamen und doch festen Masse. Der so umpresste Leiter bildet die Kabelader.

Nur für kürzere Leitungen wird mit einfacher Guttapercha Umpressung versehener Draht verwendet. Für längere dagegen überzieht man den Leiter, da es nicht rathsam ist, ihn auf einmal zur vollen Stärke zu umpressen, mit mehreren concentrischen Lagen von Guttapercha, welche gewöhnlich 0,75 bis 1 mm Stärke haben. Die der ersten folgenden Lagen werden in derselben Weise wie diese und gleichfalls unter Zwischengabe desselben Bindemittels aufgebracht. Nach Fertigstellung jeder Lage des Guttapercha-Ueberzuges, erfolgt ein sorgfältiges Nachsehen der ganzen erzeugten Länge. Hierbei läuft die Ader langsam von einer Trommel auf eine andere und wird von einem zwischen beiden stehenden Arbeiter durch aufmerksames Betasten mit den Fingern unter stetem Wenden darauf hin genau untersucht, ob irgend welche schadhafte Stelle in der Isolationshülle vorhanden sei. Entdeckt derselbe einen Fehler, so hält er die Umdrehung der Trommeln an und bewirkt die Ausbesserung der betreffenden Stelle mit Glätteisen und Guttapercha in ähnlicher Weise wie dies im Nachfolgenden, für die Herstellung der Isolation der Verbindungsstellen beschrieben ist.

V. **Verbindung von Guttapercha-Adern.** Da die Kabeladern den elektrischen Prüfungen unterworfen werden müssen und sich diese erst nach ihrer Fertigstellung, nicht aber während der Fabrikation, bewirken lassen, so geschieht, da ausserdem noch mehrere gewichtige technische Gründe dafür sprechen, die Herstellung derselben für grössere Längen nicht fortlaufend in einem Ende, sondern es werden bestimmte Längen, gewöhnlich 4 bis 5 Kilometer lange Theilstücke angefertigt und diese später mit einander verbunden.

Der Herstellung der hierdurch nothwendig werdenden Verbindungsstellen zwischen den einzelnen Längen muss ganz besondere Aufmerksamkeit und Sorgfalt geschenkt werden. Sie geschieht im Wesentlichen nach dem im folgenden beschriebenen Verfahren. Als Beispiel ist eine Kabelader gewählt, welche eine siebendrähtige aus je 0,7 mm



starken Kupferdrähten gebildete Litze hat, die zu einem Durchmesser von 5mm mit Guttapercha in doppelter Lage umpresst ist. Das Verfahren bleibt für Adern anderer Abmessungen in der Hauptsache dasselbe, nur dass, je nachdem stärkere oder schwächere Adern zu verbinden sind, grössere oder kleinere Längen u. s. w. zur Benutzung genommen werden. In den Figuren 195 bis 201 ist die Herstellung der Verbindungsstelle in verschiedenen Vollendungsstufen dargestellt, diese Ab-

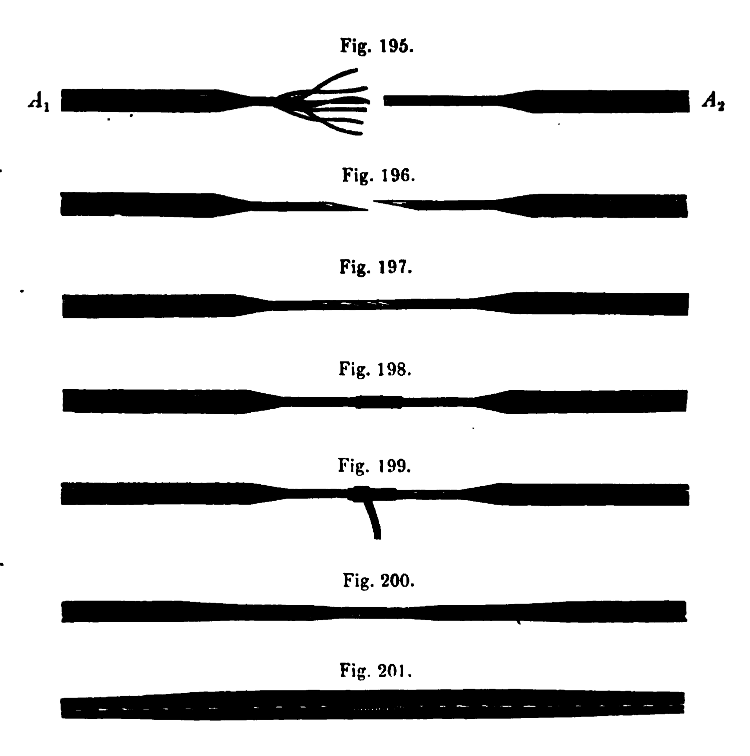


Fig. 195.

Fig. 196.

Fig. 197.

Fig. 198.

Fig. 199.

Fig. 200.

Fig. 201.

bildungen können aber kaum die zu beobachtenden Einzelheiten deutlich genug vor Augen führen. Es empfiehlt sich zur genaueren Kenntnissnahme derselben eine Musterkarte zu benutzen, auf welcher die einzelnen Entwicklungsstufen an der Ader selbst ausgeführt sind. Nur dies kann eine Gewähr dafür bieten, dass bei Vornahme der Arbeit alle wesentlichen Punkte Berücksichtigung finden.

Die Guttapercha an den Enden der beiden zu verbindenden Kabeladern A_1 und A_2, Fig 195, wird mit einem rasirmesser-artig-geschliffenen Messer, in der Art wie man Bleistifte zuspitzt, soweit weggeschnitten, dass die Kupferlitze auf eine Länge von etwa 3 cm frei gelegt wird.

Alsdann wird, die Kupferlitze am Ende auseinander gedreht, siehe bei A_1, und jeder einzelne Draht derselben mit Schmirgelpapier auf etwa 1,5 cm Länge blank geputzt; worauf dieselben wieder zusammengedreht und mit reinem Löthzinn unter Zuhülfenahme des Löthkolbens und bei Aufgabe von Stearin zusammengelöthet werden, siehe bei A_2, so zwar, dass das Ende der Litze ein Ganzes bildet. Diese Enden werden mittels Feile auf etwa 1 cm Länge in der in Fig. 196 angedeuteten Weise so abgeschrägt, dass wenn die Feilflächen, wie Fig. 197 zeigt, aufeinandergelegt werden die Litze an dem übereinandergreifenden Theile nicht stärker als ihr Durchmesser ist. In dieser Lage wird die übereinander greifende Stelle auf etwa 1,5 cm Länge mit feinem Kupferdrahte dicht bewickelt, siehe Fig. 198, zu diesem Zwecke werden beide Enden in zwei in geringer Entfernung von einander an einem Gestell angebrachte Schraubenkloben eingeklemmt. Die umwickelte Stelle wird sorgfältig verlöthet, nach dem Verlöthen, welches stets unter Vermeidung der Anwendung von Säure erfolgen muss, mit der Feile geglättet und abermals mit feinem Kupferdrahte auf etwa 2 cm Länge in eng aneinander liegenden Windungen umwickelt, siehe Fig. 199. Die Enden dieser zweiten, in umgekehrter Richtung gewickelten Lage Kupferdrahtes werden auf je 3 bis 4 mm mit der Litze selbst verlöthet, um im Falle eines Bruches der Löthstelle die metallische Verbindung der Leitung zu sichern. Abermals mit der Feile geglättet ist hiermit die Verbindung des Leiters hergestellt, und es kann nach sorgfältiger Entfernung der Späne die Herstellung der Isolationshülle begonnen werden. Hierbei ist vornehmlich eine peinliche Reinhaltung der Werkzeuge und Hände zu beobachten.

Nach leichtem Anwärmen der zu beiden Seiten der Löthung befindlichen Guttapercha mit einer Spirituslampe, zieht man unter Aufgabe von etwas Compound auf die Löthstelle selbst, mit sanftem Druck der Finger die Guttapercha nach der Mitte der Stelle in schwacher Verjüngung in der in Fig. 200 angedeuteten Weise hin, so zwar, dass die gesammte Länge der zwischen den zu beiden Seiten liegenden nicht berührten Theilen der Ader 10 cm beträgt. Hierauf giebt man etwas Compound auf die ganze Länge auf, wobei man sich zur gleichmässigen Vertheilung dieses Stoffes eines angewärmten Glätteisens, eines in einem Hefte befestigten am Ende abgeflachten Rundeisenstabes, bedienen kann. Mit dem angefeuchteten Finger wird die Compoundschicht geglättet. Von einer bereit gehaltenen dünnen Platte Walz-Guttapercha schneidet man nun mit der Scheere einen etwa 8 cm langen und 2 cm breiten Streifen ab und erwärmt denselben über der Spirituslampe; nachdem die Verbindungsstelle gleichfalls mit der Flamme angewärmt worden ist, legt man den Streifen an die untere Seite derselben in der Richtung

der Axe der Kabelader der Länge nach mit der Mittellinie an und drückt ihn von unten her mit den Fingern nach und nach nach oben zusammen, so dass er die Verbindungsstelle vollständig umschliesst. Hierbei ist ganz besonders zu beachten, dass keine Luftblasen im Inneren der Verbindungsstelle verbleiben und dass die Erwärmung die Masse nicht zu weich macht, um ein vollkommen concentrisches Umhüllen der Löthstelle zu ermöglichen. Der übereinander fallende Theil des Streifens wird mit der Scheere abgeschnitten und die Naht sorgfältig unter Zuhülfenahme des Glätteisens verbunden. Nachdem der Stoff noch nach den Seiten hin ausgeglichen ist, bildet sich somit eine etwa 4 mm starke 9 cm lange mit sanfter Ansteigung in die volle Guttaperchaader übergehende Stelle. Diese wird unter abermaliger Behandlung mit Compound mit einem zweiten Streifen von Guttapercha, der etwa 10 cm lang und 3 cm breit ist, in gleicher Weise umgeben, wobei zu berücksichtigen ist, dass die beiden durch Zusammenfügen der Guttaperchastreifen entstehenden Nähte an entgegengesetzte Seiten der Ader, keinesfalls unmittelbar übereinander zu liegen kommen. Die fertige in Fig. 201 im Durchschnitt dargestellte Verbindungsstelle ist etwa 6 mm stark und 12 cm lang.

Nur durch längere Uebung ist die zur Herstellung einer gut concentrischen, keine Luftblasen enthaltenden Verbindungsstelle erforderliche Handfertigkeit zu erlangen. Bevor daher in den Kabeln nothwendige Verbindungen hergestellt werden, ist es nothwendig durch an kurzen Enden wiederholt gemachte Proben, welche im erkalteten Zustande behufs Prüfung mittels eines scharfen Messers aufgeschnitten werden, sich davon zu überführen, dass der die betreffende Arbeit Ausführende die nöthige Geschicklichkeit besitzt. Nicht Jedem gelingt es, sich diese Geschicklichkeit zu erwerben.

Die beschriebene Verbindungsstelle ist diejenige der gewöhnlichen unterirdischen Kabel, wie sie auf der Strecke zur Verbindung der einzelnen Kabeladerlängen hergestellt wird. Da die Verbindungsstellen in diesem Falle in ein schützendes Rohr eingezogen werden, welches einen beträchtlichen Durchmesser hat, so schadet es nichts, wenn etwa die fertige Verbindung einen wenig stärkeren Durchmesser hat als die Ader. Bei den für unterseeische Kabel herzustellenden Verbindungen dagegen, kommt dieser Durchmesser wesentlich in Betracht, was die Herstellung derselben, die nach genauen Lehren erfolgen muss, ausserordentlich viel schwieriger macht.

VI. **Herstellung der Kautschukadern.** Obwohl im Allgemeinen jetzt ausschliesslich Guttaperchaadern zur Herstellung von unterirdischen und unterseeischen Kabeln verwendet werden und Kautschukadern nur noch selten zur Benutzung kommen, scheint es doch wünschenswerth, die



Herstellungsweise derselben kurz zu besprechen, um namentlich diejenigen Umstände kennen zu lernen, welche dazu führten von dieser Art der Isolirung der Leitungen wieder abzugehen. Die beste der mit Kautschuk isolirten Leitungen ist die sogenannte Hooper'sche Ader, welche auch die weiteste Verbreitung fand, und es dürfte die Beschreibung dieser genügen.

Das Kautschuk oder Gummi wird von verschiedenen tropischen Pflanzen, namentlich den amerikanischen Siphonia cahuchu oder elastica, (Para-Kautschuk), und Acorus aruensis, sowie von Urceola elastica, (malayisches Kautschuk) und Ficus elastica (Assam-Kautschuk) Ostindiens, gewonnen. Der getrocknete Milchsaft dieser Pflanzen bildet das in den Handel kommende Roh-Kautschuk. Der Import dieses Stoffes, dessen Preis je nach der Güte 3,75 bis 8,75 Mark für das Kilogramm beträgt, war in England im Jahre

1856	1 253 000 kg
1861	1 538 000 -
1866	3 087 000 -
1871	6 129 000 -
1876	6 864 000 -
1878	6 796 000 -.

Das Material, dessen vielfältige Anwendung in der Industrie bekannt ist, weist neben der dasselbe kennzeichnenden Elasticität, auch vorzügliche elektrische Eigenschaften auf. Für die Herstellung isolirter Leitungen aber fehlt demselben die hervorragende Eigenthümlichkeit der Guttapercha, in der Erwärmung zu einer formsamen Masse zu werden, die sich concentrisch um den Leiter herumpressen lässt. Der lediglich durch Waschen in erwärmtem Wasser gereinigte Stoff, muss vielmehr zu Platten gewalzt und in Streifen geschnitten werden, welche alsdann spiralgängig, halb übereinander greifend um den Leitungsdraht herumgelegt, die Isolationshülle bilden. Die innige Vereinigung der einzelnen Lagen wird hierauf durch Erwärmen des bewickelten Leiters erzielt. Es liegt auf der Hand, dass durch dieses Verfahren eine solche Sicherheit im Zusammenhange der Isolationsmasse, wie sie mit der nahtlosen Umpressung erreicht wird, nicht erzielt werden kann. Aber es treten zu der ausserordentlichen Schwierigkeit den ununterbrochenen Zusammenhang der Hülle zu bewirken, noch andere hinzu. Bei längerer Berührung mit Kupfer wird das Kautschuk weich und klebrig, es muss daher ein sorgfältiger Schutz der Hülle durch Verzinnen des Leiters herbeigeführt werden. Ferner kann, der geringen Festigkeit wegen, welche die Masse des Naturgummis bei gewöhnlicher Temperatur besitzt, durch die Umhüllung mit demselben ein solcher Schutz des Leiters gegen äussere Beschädigungen bezw. gegen ein Durchdringen des letzteren beim scharfen

Biegen der Ader, wie er etwa mit einer Guttaperchahülle gleicher Stärke erreicht wird, durchaus nicht erzielt werden. Es muss daher, da ausserdem die Oxydation des Naturgummis vergleichsweise schnell vor sich geht, um dem Isolationsmateriale grössere Festigkeit und Beständigkeit zu geben, ein Vulkanisiren, ein Vermischen desselben mit Schwefel, erfolgen. Dies bringt wiederum die Gefahr der chemischen Einwirkung des Schwefels auf das Metall des Leiters mit sich, gegen welche Vorkehrung getroffen werden muss.

In der Hooper'schen Kautschukader ist diesen Uebelständen in folgender Weise begegnet worden. Die dem verzinnten Kupferleiter zunächst liegende Isolationsschicht wird aus zwei spiralgängig in entgegengesetzter Richtung und überlappend aufgewickelten Naturkautschukstreifen gebildet, welche von einer sogenannten Trennschicht bedeckt werden, die in einer auf gleiche Weise aufgewickelten mit Bleioxyd vermischten Kautschukmasse besteht. Ueber diese kommen zwei Lagen Kautschuks, dem Zusätze von Schwefel und Schwefelblei beigemischt sind, welche Masse aber nicht spiralgängig aufgewickelt, sondern in Längsstreifen mittelst gekehlter Walzen, nach dem von Siemens erfundenen Verfahren, umpresst wird, wobei die Ränder der Kehlungen zugleich die der Breite nach überflüssigen Theile der beiden Streifen abschneiden. Die frischen Schnittflächen der Streifen vereinigen sich unter dem starken Druck der Walzen zu einem Ganzen. Die Lage der Adernähte beim zweitmaligen Durchlaufen der Umpressungsmaschine wird so gewählt, dass die der ersten Umhüllung in die Mitte der zweiten Umhüllungsstreifen, nicht aber übereinander zu liegen kommen. Dieser Ueberkleidung des Leiters folgt eine Bewickelung der Ader mit einem in Kautschuklösung getränkten verfilzten Wollenstreifen. Hierauf wird die Ader einem Verfahren ausgesetzt, um die verschiedenen aufgebrachten Lagen zu vereinigen. Sie wird hierzu auf metallene Rollen aufgewunden und mit gepulvertem wasserfreien Gyps oder Kreide bedeckt, um in Kesseln unter dem Druck von einigen Atmosphären mehrere Stunden lang einer Temperatur von etwa 120° C. ausgesetzt zu werden. Hierbei sollen sich die einzelnen Kautschukschichten zu einer soliden Masse vereinigen, aber eine Bürgschaft dagegen, dass dies an einzelnen Stellen in nicht vollkommener Weisen stattfindet, kann das Verfahren durchaus nicht gewähren, und die zahlreichen Fehler, welche in Hooper'schen Adern oft nach längerer Zeit auftraten, haben, trotz der grössten bei der Fabrikation derselben verwendeten Sorgfalt gezeigt, dass nicht diejenige Sicherheit gegen Stromableitung erreicht werden konnte, welche mit Guttaperchaadern erlangt wurde.

VII. **Die Verbindungsstellen der Kautschukadern,** deren Herstellung



bedeutend umständlicher ist als diejenige der Guttaperchaadern, werden nach dem in den Figuren 202 und 203 dargestellten Verfahren ausgeführt. Zur Vereinigung zweier solcher Adern A_1 und A_2 Fig. 202 müssen die Enden derselben zunächst auf eine grössere Länge, etwa 10 cm von dem verfilzten mit dem Kautschuk verschmolzenen Wollenstreifen befreit werden. Es geschieht dies durch Abreissen des Streifens und Reinigen des blossgelegten Isolationsmaterials von den daran haftenden Fasern mittels einer in Naphta angefeuchteten Bürste, erforderlichen Falles durch vorsichtiges Absengen der Fasern mit einem heissgemachten Eisen. Nachdem dann die entfaserte Stelle mit Naphta abgewaschen und abgetrocknet worden ist,

Fig. 202.

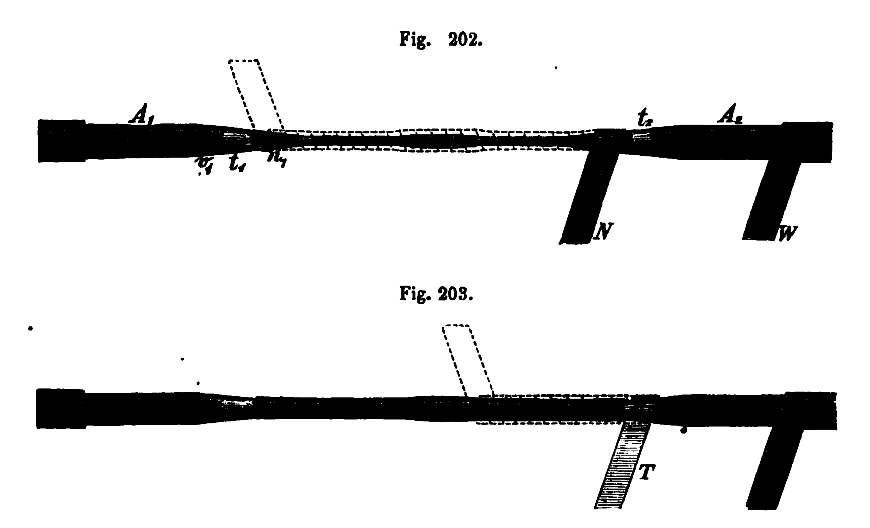


Fig. 203.

muss das Ende des Leiters auf die nöthige Länge freigelegt werden. Da das Kautschuk mit dem Messer schwer schneidbar ist, wird hierzu eine Scheere benutzt, deren Schneiden gebogen sind. Mit dieser wird das Ende des Isolationsmaterials ähnlich wie bei der Guttaperchaader Bleistift-artig mit ganz schwacher Verjüngung zugeschnitten, so dass die einzelnen Schichtlagen der Ader deutlich auf eine Länge von etwa 1 cm sichtbar werden, siehe bei v_1 t_1 und n_1 Fig. 202. Hierauf kann die Löthung des Leiters erfolgen, die in genau derselben Weise bewirkt wird, wie dies für den Leiter der Guttaperchaader beschrieben wurde. Die Isolation der Verbindungsstelle wird mit etwa 1 cm breiten Kautschukstreifen in der Weise bewirkt, dass zunächst dem mit Naphta wohlgereinigten verlötheten Leiter, eine spiralgängige etwa 10 cm lange

Umwickelung von einem Streifen Naturkautschuk (unvulkanisirtem), aufgebracht wird. Das Ende dieses Streifens N wird zu diesem Behufe mittels des angewärmten Glätteisens an die Isolationsmasse der Ader an der Stelle angeklebt, wo die weisse Trennungsschicht t_2 derselben sichtbar wird, und die Wickelung dann so ausgeführt, dass jede folgende Umwindung die vorgehende halb überdeckt. Nach vollendeter Umwindung bis zur sichtbaren Trennungsschicht des anderen Endes t_1 wird der Streifen dort gleichfalls mit dem Glätteisen angeklebt, und das ganze Verfahren noch einmal mit dem Unterschiede wiederholt, dass die Umwickelung in entgegengesetzter Richtung aufgewunden wird, so zwar, dass die Kanten des zweiten Streifens diejenigen des ersteren in einem möglichst grossen Winkel schneiden.

Auf diese Lagen wird eine Lage bleioxydhaltigen Kautschuks, eine Trennungsschicht T Fig. 203, entsprechend über jene hinweg aufgewunden, welcher zwei Lagen in derselben Richtung aufgewickelter und ebenfalls überlappender Streifen vulkanisirten Kautschuks folgen, deren letztere nahe an die Stellen geführt werden, bis auf welche der Wollenstreifen von der Ader entfernt worden war. Hierauf wird eine mehrfache Umwickelung mit in Kautschuklösung getränkten Zeugstreifen, deren Enden mit Zuhülfenahme von Kautschukschmiere, (aufgelöstem Kautschuk,) angeklebt werden, vorgenommen und die gesammte Verbindungsstelle dem Verfahren zur Vereinigung der einzelnen Lagen des Kautschuks, durch Eintauchen in ein Bad, ausgesetzt. Da die Erzielung der bestimmten erforderlichen Temperatur nicht überall wo Verbindungsstellen gemacht werden müssen, mit Einfachheit möglich ist, wendet man zweckmässig ein Bad einer Harzmischung an, die bei entsprechender Temperatur schmilzt, in welche die Verbindungsstelle eingetaucht wird. An einem Thermometer, welches in der Mischung steht, wird hierbei beobachtet, dass die Temperatur in einer halben Stunde nicht höher als 95° C. steigt, auf welchem Wärmegrade die Mischung alsdann während etwa 20 Minuten erhalten wird, worauf die Verbindungsstelle in der freien Luft langsam abkühlen muss.

§. 12.

Die Schutzhüllen der Kabel.

I. **Anforderungen.** Für den Bau der Ader des Kabels, des mit Guttapercha oder Kautschuk gegen Stromverlust gesicherten leitenden Kupferdrahtes, war zuförderst die Erzielung und die Gewähr für den Bestand ihrer elektrischen Leistungsfähigkeit maassgebend. Es müssen



aber ausserdem an die fertige Leitung noch mechanische Anforderungen gestellt werden.

Der in die Erde eingegrabene oder im Wasser versenkte Guttaperchadraht würde an sich wohl alle Bedingungen, welche der telegraphische Betrieb an die Leitung stellen kann, erfüllen, aber nichts destoweniger gegen gewaltsame Beschädigungen von Aussen ein sehr wenig widerstandsfähiges Verkehrsmittel bilden. Bei der Legung der ersten unterirdischen Leitungen scheiterte das gesammte Unternehmen vornehmlich an dem Missgriffe, dass man die Adern ohne äusseren Schutz in die Erde gebettet hatte. Die Kabelader muss gegen Hieb und Stoss gesichert sein, damit das wenn auch feste, so doch nicht genügend widerstandsfähige Isolationsmaterial nicht beschädigt werden könne. Sie muss ferner öfteren beim Handhaben unvermeidlichen Biegungen die nöthige Festigkeit entgegensetzen, damit die isolirende Hülle dabei nicht verletzt wird, oder der Leiter diese durchdringt. Nagethiere und Insekten (Templetonia crystallina), welche das Isolationsmsterial durchfressen, müssen abgehalten werden. Im Weiteren ist bei theilweise frei in der Luft liegenden oder in der Erde versenkten Kabeln auch der Umstand zu berücksichtigen, dass die Guttapercha von der Luft vollkommen abgeschlossen werden muss, da dieses Material ebenso wie auch andere Isolationsstoffe unter jahrelanger Einwirkung derselben oxydirt, wodurch die isolirende Eigenschaft zunächst geschädigt und der Draht selbst brüchig und unbrauchbar wird. Endlich aber tritt die namentlich für unterseeische Kabel erforderliche Bedingniss hinzu, dem Kabel eine genügende Bruchfestigkeit zu verleihen, damit es dem in demselben während der Versenkung wirkenden Zuge, welcher bei grossen Tiefen ein sehr beträchtlicher wird, die nöthige Festigkeit entgegensetzt und die Legung der Leitung ohne Schädigung der Isolationshülle und ohne Bruch des Leiters erfolgen kann.

Man umspinnt daher die Kabelader, oder die Vereinigung mehrerer, die Kabellitze, mit einer entsprechenden Schutzhülle und bildet so widerstandsfähige Seile — Kabel — wobei als Materialien die Jute, der Hanf und das Eisen vornehmlich zur Benutzung kommen.

II. **Die Juteumpsinnung der Kabel.** Zur Herstellung der Kabellitze werden die Kabeladern zu einem Seile von sehr geringem Drall zusammengedreht. Die Seilmaschinen, welche hierzu dienen, sind den zum Spinnen der Kupferlitzen verwendeten in der Grundform ähnlich. Die Trommelscheibe, welche um die hohle Axe, durch welche die eine Kabelader geleitet wird, sich langsam dreht, trägt die Trommeln, auf welchen die übrigen mit jener zu verseilenden Kabeladern aufgewunden sind und zwischen diesen solche, auf welchen sich Vorrath von Jutefäden befindet. Die Jutefäden legen sich beim Verseilen in der Weise über

die Kabeladern, dass ein voll cylindrisches Seil entsteht und die Zwischenräume zwischen den sich berührenden Cylinderflächen der Adern ausgefüllt werden. Beim Austritt aus der Seilmaschine werden Jutefäden, welche auf um dieselbe hohle Axe mit grosser Geschwindigkeit bewegten Trommeln aufgewunden sind, schraubengängig um die Litze gewickelt, um dieselbe mit einer dichten Faserhülle zu umgeben. Ein Gleiches geschieht mit einer einfachen Kabelader. Diese Juteumspinnung dient nur zum Schutz der Leitung oder Leitungen des Kabels bei der weiteren Verarbeitung und verhindert eine schädliche unmittelbare Berührung der Eisendräthe mit der Guttapercha.

Jute ist die Bastfaser von Corchorus capsularis und Corchorus olitorius (Ostindien.) Die aus dem Materiale gesponnenen Fäden und Seile werden zum Zwecke der Verarbeitung in Kabeln häufig mit Holztheer (Stockholmtheer) getränkt. Dieselben haben eine bedeutend geringere Festigkeit als die aus dem Hanf gewonnenen und werden daher auch nur zu jenen schützenden Bedeckungen, nicht aber zu einer solchen Umhüllung des Kabels verwandt, welche dasselbe befähigen soll, einem stärkeren Zuge zu widerstehen. Zu letzterem Zwecke findet der italienische oder der Manilla-Hanf Anwendung.

III. **Eisenschutz der Kabel.** Die mit Jute umgebene Kabelader oder Litze, — auch Kabelseele genannt, — erhält in der Regel eine aus Eisendrähten gebildete schützende Hülle. Dieselbe wird auf einer den beschriebenen ähnlichen aber kräftiger gebauten Seilmaschine, um die durch die hohle Axe geführte Kabelseele gesponnen und bildet eine mit mehr oder minder starkem Drall aufgewundene vielgängige Spiraldecke, deren einzelne Theile beim Hindurchziehen durch eine dem zu erzielenden Durchmesser entsprechende Oeffnung unter gleichzeitiger Drehung, Tortirung, in innigste Berührung gebracht worden sind. Die Herstellung der Eisendrähte ist S. 7 ff. eingehender bereits besprochen worden. Die bei der Kabelbespinnung zur Benutzung kommenden in der Regel verzinkten Eisen- oder Stahldrähte müssen namentlich genauen Durchmesser- Torsions- und Festigkeitsprüfungen unterzogen werden. Die Verbindung der einzelnen Drahtstücke der Schutzdrähte untereinander erfolgt bei schwächeren Drähten im Allgemeinen durch hartes Löthen mit Schlagloth, bei stärkeren Drähten dagegen durch Schweissung. Letzterer Verbindungsart muss namentlich da, wo die Eisendrähte unbedeckt ins Meerwasser zu liegen kommen, der Vorzug gegeben werden, da eine galvanische Zerstörung der gelötheten Stellen eintreten würde. Der Hauptgrund, welcher dafür bestimmend ist, die Schweissung anzuwenden, ist der, dass bei Verbindung der Schutzdrahtenden der Durchmesser an der Verbindungsstelle nicht vergrössert werden darf, unter diesen Umständen aber die

Schweissung diejenige Verbindungsart ist, welche die grösste Festigkeit bietet.

Je nach dem Zwecke, welchem das Kabel dienen soll, kommen Schutzdrähte von verschiedener Stärke zur Verwendung. Bei den Erdkabeln bildet eine Umhüllung mit etwa 4 mm starken verzinkten Eisendräthen die Grenze. Eine Schutzdecke aus Drähten von dieser Dicke sichert aber auch die im Innern derselben liegenden Leiter eines in der Erde vergrabenen Kabels in durchaus hinreichendem Maasse, da eine zufällige Verletzung bei Erdarbeiten, wenn die gewöhnlichen Werkzeuge zur Anwendung kommen, nicht wohl möglich ist, die Beschädigung aber, falls eine solche beabsichtigt sein sollte und nicht besondere Werkzeuge dazu zu Gebote stehen, in wirksamer Weise erschwert ist.

In schiffbaren Flüssen dagegen reicht eine derartige Schutzhülle nicht aus, und man muss das Kabel, um Verletzungen durch die Schiffsanker vorzubeugen, mit einer bedeutend stärkeren Umhüllung umgeben. Man spinnt daher auf ausserordentlich kräftig gebauten Seilmaschinen eine zweite Lage sehr starker Eisendrähte von bis zu 10 mm Durchmesser um dasselbe herum und stellt so die erforderliche Widerstandsfähigkeit der Hülle her. Reichen auch diese stärkeren Schutzdecken nicht aus, so umgiebt man das Flusskabel im Fahrwasser ausserdem noch mit gusseisernen sogenannten Muffen. Diese bestehen aus zwei der Länge nach getheilten Rohrstücken, welche getrennt um das Kabel gelegt und durch eine Keilvorrichtung festgehalten, Glieder einer Kette bilden, die theilweise übereinander greifen und hierbei die nöthige Beweglichkeit der geschützten Kabeltheile zulassen.

Beim Bau der Erd- und Flusskabel kann die Bruchfestigkeit vollkommen ausser Betracht bleiben, da bei dem Bestreben sie gegen Hieb und Stoss zu schützen, bereits eine grössere Festigkeit erzielt wird, als für die Legung derselben erforderlich ist. Bei den Seekabeln liegt dies anders. Nur die unmittelbar in der Nähe des Strandes im Bereich der Ankergründe liegende Länge des Seekabels, bedarf eines wirksamen äusseren Schutzes, der in die tiefe See versenkte Theil derselben ist dagegen den mechanisch von Aussen einwirkenden Zerstörungen so gut wie entrückt. Für diese aber muss die Beanspruchung des Querschnittes durch den Zug, welchen das Eigengewicht des Kabels beim Versenken in die Tiefe erzeugt, gebührende Berücksichtigung finden. Auch hierfür werden zumeist Eisen- und Stahldrähte hie und da unter Hinzufügung einer Hanfumhüllung der einzelnen Drähte verwendet. Um ein gegen Zug möglichst festes und dabei leichtes Tiefseekabel zu erzeugen, welches namentlich auch den Anforderungen genügt, die bei dem oft unvermeidlichen Wiederaufheben aus der Tiefe an dasselbe herantreten,

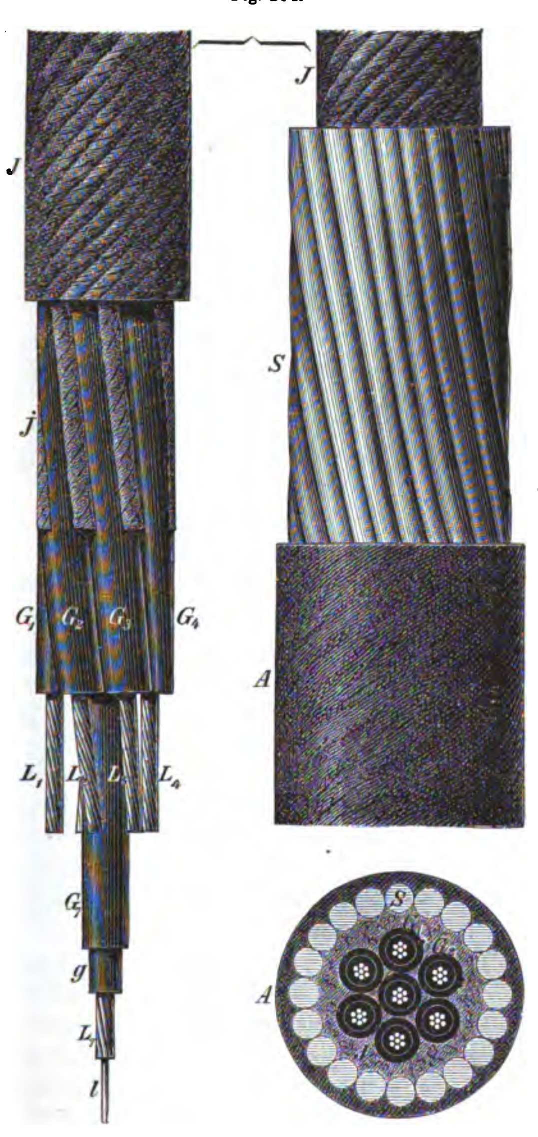
sind die verschiedensten Wege beschritten worden, und es war namentlich der atlantische Ocean das grosse Versuchsfeld, um die schwierige Aufgabe der Herstellung eines dauerhaften Tiefseekabels zu lösen.

IV. **Die Asphaltbedeckung der Kabel.** Um einestheils die Guttapercha der Erdkabel von der Luft abzuschliessen, anderentheils die Eisenschutzhülle bei im Wasser liegenden Kabeln noch wirksamer, als dies schon durch die Verzinkung der Drähte geschieht, gegen Oxydation zu sichern, wird das Kabel mit einer Asphalt- und Theermischung bedeckt. Da ein derartiger Ueberzug aber am Eisen schwer haftet und namentlich bei Biegungen leicht Risse bekommt und abblättert, umspinnt man das asphaltirte Kabel mit Jutefaser. Um den Asphaltüberzug aufzutragen, wird das aus der Seilmaschine, in welcher die Eisendrähte um dasselbe gesponnen werden, austretende Kabel, ehe es auf die Triebtrommel, die dasselbe aus der Maschine zieht, gelangt, durch ein Bad von geschmolzener Asphaltmischung hindurchgezogen und nach dem Abstreifen des überschüssigen Stoffes mit Jutefäden leicht umsponnen. Diese pressen sich in die zähflüssige Masse des Asphalts ein und bilden mit derselben eine dichte und feste Hülle. Es folgt hiernach ein abermaliges Durchziehen des Kabels dnrch die Asphaltmischung und ein abermaliges Abstreifen des überflüssigen Stoffes. Damit dann die einzelnen Lagen des so behandelten Kabels beim Einlegen in die zur Aufbewahrung des fertigen Erzeugnisses dienenden Behälter, grosse runde eiserne Bottige, in welche das Kabel schichtweise spiralförmig eingelegt wird, nicht aneinander haften, wird es nach dem Asphaltiren durch eine wässerige Schlemmkreide-Mischung gezogen.

V. **Das Erdkabel der Reichstelegraphen-Verwaltung.** Nachdem im Vorgehenden die verschiedenen Stufen der Kabelfabrikation besprochen worden, erübrigt es noch, das fertige Erzeugniss in seiner Gesammtheit zu betrachten. Es möge dazu das Erdkabel der Reichstelegraphen-Verwaltung in seiner für die grossen Linien jetzt angenommenen Bauart gewählt werden. In Fig. 204 ist die Ansicht der stufenweisen Zerlegung der einzelnen Theile, sowie der Querschnitt desselben in natürlicher Grösse abgebildet.

Die Seele des Kabels wird aus sieben Guttaperchaadern G_1, $G_2 \ldots\ldots G_7$ gebildet, welche die Leiter L_1, $L_2 \ldots\ldots L_7$ enthalten. Die mittelste Guttaperchaader ist in der Figur über die sie umgebenden 6 andern Adern vorragend gezeichnet und stellt die Bestandtheile einer solchen im Einzelnen dar. Der Leiter ist eine aus 7 Kupferdrähten je von der Stärke des Drahtes l gebildete Litze und mit 2 Lagen Guttapercha isolirt, deren erstere bei g sichtbar ist, während die zweite zu einem Durchmesser von 6 mm umpresst wurde. Um die einzelnen Guttaperchaadern von einander unterscheiden zu können, ist die mit

Fig. 204.



No. 1 bezeichnete G_1 beim Umpressen der Guttapercha mit einer feinen Längsmarke in Gestalt einer geringen Erhöhung des Isolationsmateriales versehen, die mit No. 2 bezeichnete dagegen hat zwei derartige Längsmarken dicht nebeneinander, wie dies im Grundrisse rechts an G_1 und G_2 deutlich zu erkennen ist. Die übrigen aussenliegenden Adern No. 3, No. 4, No. 5 und No. 6 werden in der Richtung, welche durch No. 1 und No. 2 angegeben ist (vom Anfang des Kabels gegen das Ende hin gesehen in der Richtung, wie der Uhrzeiger läuft), gezählt, während die mittelste Ader No. 7 ist. Zwischen je zwei Adern liegt ein Jutefaden *j* der Länge nach, um den Zwischenraum auszufüllen, worauf dann die Umwickelung mit Jutefäden *J* folgt. Ueber diese ist die Schutzhülle *S*, bestehend aus 20 je 3,75 mm starken verzinkten

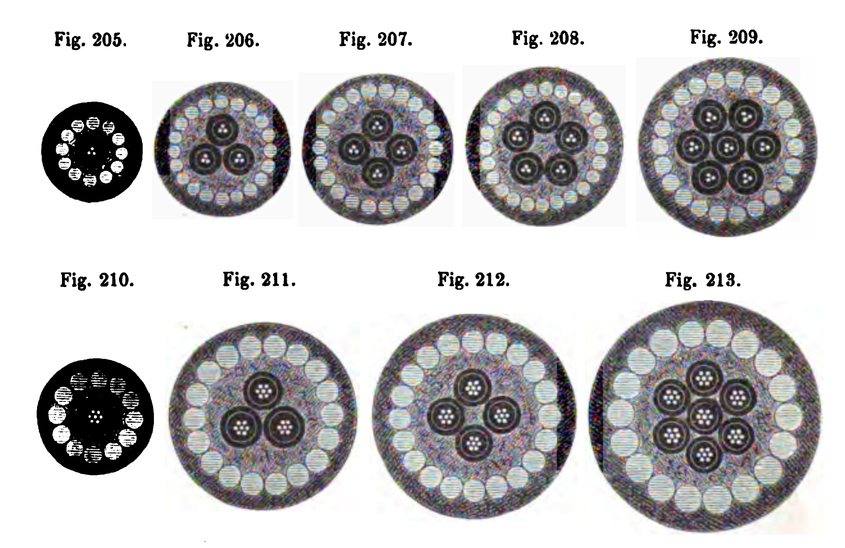

Fig. 205. Fig. 206. Fig. 207. Fig. 208. Fig. 209.

Fig. 210. Fig. 211. Fig. 212. Fig. 213.

Eisendrähten mit gegen die Richtung der Jutefäden umgekehrt gerichteten Drall aufgewunden, diese endlich wird von der Asphalthülle *A* bedeckt und bildet mit ihr das fertige Kabel, dessen Stärke etwa 32,5 mm beträgt.

VI. **Erd- und Flusskabel für verschiedene Zwecke.** Die Anzahl der Leitungen und der Zweck derselben bestimmt in den verschiedenen Verwendungsfällen die Bauart der Kabel. Die gebräuchlichsten Formen der Erd- und Flusskabel für verschiedene Zwecke führt das nachfolgende in Fig. 205 bis 218 abgebildete Sortiment von Siemens & Halske vor. Fig. 205, 206, 207, 208 und 209 zeigen die leichtesten ein-, drei-, vier-, fünf- und siebenadrigen mit dreilitzigen Leitern und schwacher Guttaperchahülle versehenen Kabel, Fig. 210, 211, 212 und 213 die ent-



sprechenden Formen für stärkere mit siebenlitzigen Leitern versehene Adern in kräftigerem Schutze. In Fig. 214 und 215 sind einadrige, in Fig. 216 ein drei-, in Fig. 217 ein vier-, und in Fig. 218 endlich ein

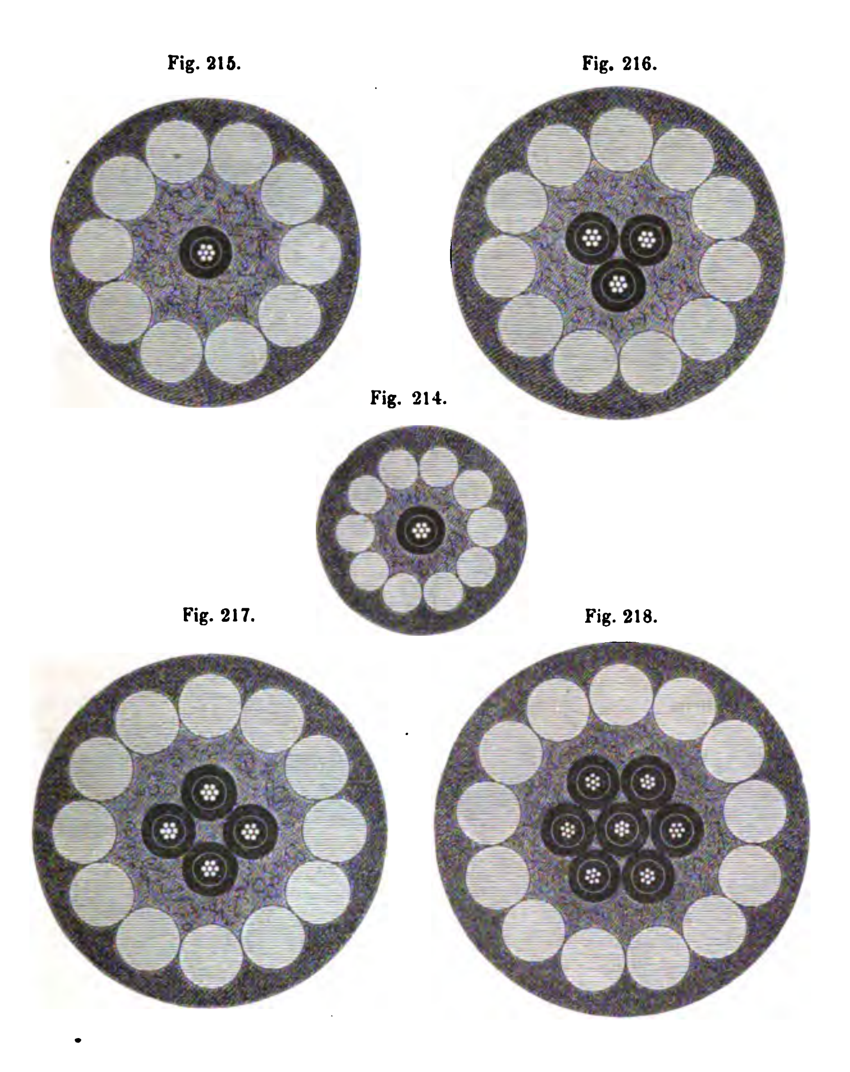
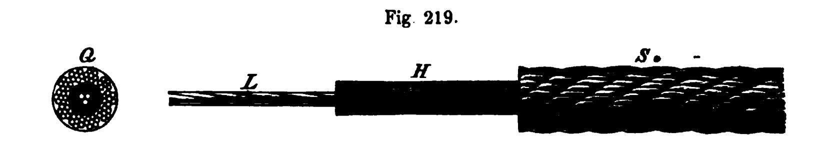


Fig. 215. Fig. 216. Fig. 214. Fig. 217. Fig. 218.

siebenadriges Fluss- oder Seekabel in einfachen Querschnitten dargestellt. Alle diese Kabel sind in den Einzelheiten der Bauart dem vorbeschriebenen Reichstelegraphen-Kabel ähnlich und weichen nur in den Abmessungen von jenem ab.

VII. Kabel für militärische Zwecke. Handelt es sich darum, ein ganz besonders haltbares und dabei biegsames Kabel zu erzeugen, welches namentlich öfterem Auf- und Abwickeln ausgesetzt wird, so bildet man die Schutzhülle nicht aus einzelnen Eisendrähten, sondern aus Seilen. Ein solches Kabel ist das in Fig. 219 abgebildete für Torpedo-

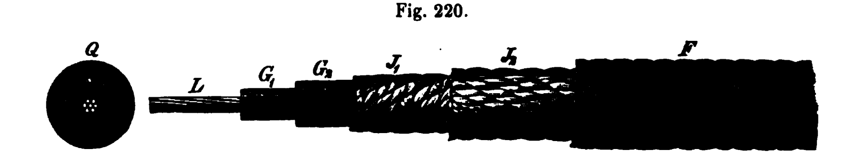
Fig. 219.



zwecke bestimmte. Der Leiter eines solchen wird hie und da ganz oder theilweise aus Stahldrähten gebildet, um zur Festigkeit des Ganzen mit beizutragen, der Regel nach aber durch eine dünne Kupferlitze L hergestellt. Das abgebildete Muster zeigt die Ader desselben mit Gummiisolirung, sogenannten Hooperdraht H, welche von 7 Stahldrahtseilen S, deren jedes aus wiederum sieben Drähten gebildet wird, umgeben ist. Ein derartiges Kabel vereinigt die verlangten Eigenschaften einer ausserordentlich hohen Bruchfestigkeit mit grosser Leichtigkeit und Biegsamkeit in hohem Maasse in sich.

Man hat in anderen Fällen dieselben Zwecke mit einer anderen Kabelconstruction zu erreichen gestrebt, welche in Fig. 220 dargestellt

Fig. 220.

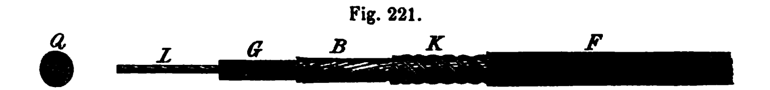


ist. Der Leiter L ist hier durch eine doppelte Guttaperchahülle G_1 G_2 isolirt und wird von einer doppelten Lage von Fäden aus italienischem Hanf J_1, J_2, welche spiralförmig um denselben gewunden sind, umgeben. Diese sind von einem Geflecht aus ebensolchen Hanffäden F zusammengehalten, welches auf besonderen Flechtmaschinen um dieselben geklöppelt wurde.

Endlich sei hier noch ein Kabel mit Rückleitung für militärische Zwecke erwähnt, dessen Abmessungen mit Rücksicht auf die zu erzielende grösstmöglichste Leichtigkeit auf das äusserste Maass beschränkt worden sind, so dass ein Kilometer desselben von einem

feldmarschmässig ausgerüsteten Manne getragen werden kann. Dies in Fig. 221 abgebildete Kabel besteht aus einer sehr dünnen siebendrähtigen Kupferlitze L, welche mit Guttapercha G isolirt und mit Baumwolle B

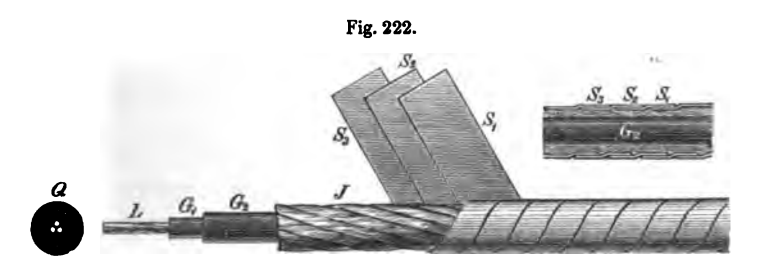
Fig. 221.



besponnen ist. Um diese sind die die Rückleitung bildenden acht Kupferdrähte K gewunden, welche von einem feinen Geflecht F aus sehr festem Hanfzwirn zusammengehalten und geschützt werden.

VIII. **Blechschutzhüllen für Kabel.** An Stelle der Eisendrahtschutzhülle wandte Siemens eine aus Blechstreifen gebildete Schutzdecke an. Die Bauart eines dieser sich durch grosse Leichtigkeit auszeichnenden Kabel ist in Fig. 222 vorgeführt. Die einzelnen Windungen der über die

Fig. 222.

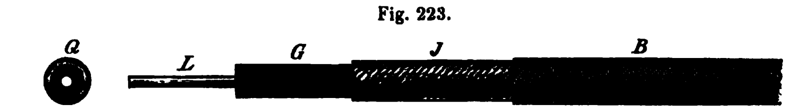


Jutedecke J spiralgängig aufgewundenen Kupfer-Blechstreifen S_1, S_2, S_3 überlappen sich gegenseitig halb und sind beim Bespinnen so kräftig gegen einander gedrückt, dass sie sich in einander eindrücken. Auf diese Weise ist verhindert, dass eine seitliche Verschiebung der einzelnen Lagen der Decke gegeneinander in weiterem Maasse stattfinden könne, als zur Biegung in einem gewissen Radius nothwendig ist.

IX. **Kabel für Hausleitungen.** Genügt es, die Guttapercha-Kabelader nur gegen Luftzutritt abzuschliessen, und kommt es nicht darauf an, einen wirksameren Schutz gegen äussere Beschädigungen zu schaffen wie dies beispielsweise bei in Gebäuden geführten Leitungen der Fall ist, so werden die Kabeladern zweckmässig mit getheerter, oder in Compoundmischung getränkter Bandbewickelung versehen. Derartig geschützte isolirte Leitungen, — hier ist der Ausdruck Kabel kaum mehr anwendbar, da man in der Regel mit diesem Worte den Begriff des Versenkens in die Erde oder ins Wasser verbindet, — sind in Fig. 223 und 224 dargestellt. Erstere zeigt den Einführungsdraht der Deutschen Reichstelegraphenverwaltung, dessen mit Guttapercha isolirter

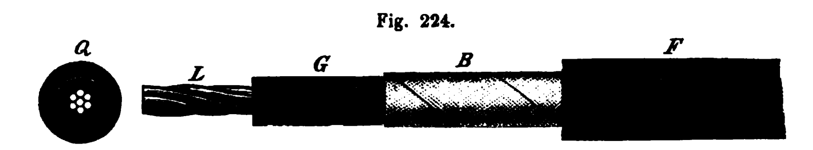
Leiter zunächst von einer Bewickelung mit Hanffäden J umgeben ist, welche von einem getränkten Bande B, welches halb überlappend aufgewunden ist, umschlossen werden. In Fig. 224 dagegen ist ein Leitungs-

Fig. 223.



draht für elektrische Beleuchtungszwecke gezeichnet. Die besonders starke Leitung wird aus sieben kräftigen Kupferdrähten gebildet, welche durch Guttapercha isolirt sind. Die Ader ist mit einer Bandbewickelung B und mit einem Flechtwerk F aus Hanffäden umgeben.

Fig. 224.



X. **Die neuen Telephon-Kabel.** Hier möge auch noch eine ganz abweichende Construction von Kabeln Erwähnung finden, welche erst in jüngster Zeit wieder zur Ausführung gekommen ist. Dieselbe greift, — ähnlich wie man bei den später unter die Erdoberfläche versenkten Leitungen den zuerst betretenen Weg wieder aufnahm, — auf die ganz am Anfang der Entwickelung der elektrischen Telegraphie angegebene Methode zurück. Hier wie da hat die Technik inzwischen die Schwierigkeiten, welche das erste Gelingen vereiteln mussten, überwunden. Bekanntlich wurden zu einer Zeit, in welcher man noch ausserordentliche Schwierigkeiten in der Herstellung einzelner gut isolirter Leitungen fand, bereits von Wheatstone Vorschläge gemacht, an Stelle der sich häufenden einzelnen oberirdischen Leitungen, Bündel isolirter Drähte anzuwenden. Obwohl auch diese Idee später zur Ausführung kam, hat man sie im Verlaufe der Zeit jedoch vollkommen verlassen und beginnt sie nun erst jetzt wieder aufzunehmen. Bei der fort und fort sich ausdehnenden Verbreitung, welche die telegraphische Correspondenz, namentlich neuester Zeit der telephonische Verkehr findet, tritt immer mehr der grosse Uebelstand, welchen die ausserordentliche Häufung der Drähte mit sich bringt, zu Tage. Bei oberirdischer Führung der einzeln auf Isolatoren angebrachten Drähte muss das Gewirr der Leitungen in verkehrsreichen Städten bald ein undurchdringliches werden. In amerikanischen Städten giebt dasselbe bereits zu berechtigten Bedenken Anlass. Der Führung der Leitungen in unterirdischen Kabeln stehen aber nicht nur die sehr erheblichen Kosten eines solchen Systems an

sich entgegen, sondern es bieten sich auch noch ganz besondere Schwierigkeiten dadurch dar, dass einestheils die Empfindlichkeit des telephonischen Verkehrs gegen, von benachbarten mit telegraphischen Apparaten betriebenen Kabeln, herrührende Inductionsströme in Betracht kommt, anderentheils auf den mit Guttapercha-Isolation gewöhnlicher Dicke geschützten Kabeln überhaupt auf grössere Entfernungen nicht gut telephonisch gesprochen werden kann. Man blieb daher, wo irgend thunlich, gezwungen, die Benutzung oberirdischer Leitungen beizubehalten, denn es war ohne ganz ausserordentliche Kosten nicht möglich, ein von anderen unterirdischen Leitungen vollkommen getrenntes besonderes Telephonkabelsystem herzustellen.

Siemens und Halske haben nun neuster Zeit Luftkabel hergestellt, welche dünne kupferne Doppeldrähte enthalten, die durch mit Isolationsmischung getränkte Baumwolle isolirt sind. Die Drähte werden nach einem besonderen Verfahren von Feuchtigkeit und Luft befreit, dann erst mit dem flüssigen, erwärmten Isolationsmaterial durchzogen und nachdem sie zu Bündeln vereinigt sind, durch ein nahtloses Bleirohr umpresst. Um sodann den Leitungen eine genügende Festigkeit zu geben und einestheils zu ermöglichen, dass dieselben bei grösseren Entfernungen der Stützpunkte als Luftleitungen ausgespannt werden können, anderentheils beim Einlegen unter die Erdoberfläche oder unter Wasser genügend widerstandsfähig sind, ist der Bleimantel mit einer Armatur von verzinkten homogenen Eisendrähten versehen, über welchen noch als Schutz gegen das Rosten der letzteren erforderlichen Falles eine Schutzdecke von Asphalt und Jute angebracht wird, wenn die letztgenannte Art von Leitungsführung nothwendig ist.

Für die Verbindungsstellen in diesen Kabeln sind einfache Vorrichtungen und Werkzeuge construirt worden. Ueber den Bleimantel der beiden zu verbindenden Kabelenden wird eine gemeinsame Bleiplombe gepresst, auf welche eine schützende Bleihülse geschoben wird, die die Verbindungsstelle umgiebt. Letztere wird dadurch hergestellt, dass man die einzelnen Drähte der entsprechenden zu verbindenden Leitungen durch Löcher in vorbereiteten Ringen aus isolirendem Materiale zu je zweien hindurchzieht, die Enden derselben oberhalb der Ringe durch Löthung vereinigt und auf dem Umfange der Ringe isolirt festbindet, worauf die schützende Hülle über die Ringe geschoben, der etwa entstehende Zwischenraum mit geschmolzenem Isolationsmaterial ausgegossen und hierauf die Hülle oben und unten durch Pressen mittels einer Plombirzange geschlossen wird.

Zur Befestigung der Endpunkte des Kabels werden durchbohrte Eisenstücke auf die Kabelenden aufgeschoben, die Eisendrähte nach

rückwärts über dieselben übergebogen und überbunden. Die Eisenstücke ruhen in passenden Unterlagen, welche in jeder Lage angebracht werden können und die Führung der Leitungen in Winkeln, bei Abzweigungen u. s. w. ermöglichen. Bei der Neuheit der Sache sind die Einzelheiten der getroffenen Anordnungen noch nicht zur Mittheilung verfügbar.

XI. **Unterirdische Leitungen in gegossenem Asphalt.** Um einerseits die besondere Umhüllung jedes einzelnen Leiters mit Isolationsmaterial entbehrlich zu machen, andererseits eine billige Schutzhülle für mehrere derselben in einfacher Weise zu schaffen, isolirte man die Leitungsdrähte dadurch, dass man dieselben unter der Erdoberfläche auf der Sohle eines Grabens blank ausspannte und mit geschmolzener Isolationsmasse vergoss.

Aus einer grössern Zahl von Versuchen mit derartigen Leitungen ist namentlich der in Paris im Jahre 1855 zunächst mit anscheinendem Erfolge gemachte zu erwähnen. Man spannte in 1,5 m tiefen Gräben verzinkte Eisendrähte von 4 mm Durchmesser in Theilstrecken von 60 bis 80 m Länge aus und hielt dieselben durch von 25 zu 25 cm eingesetzte Lehren in den erforderlichen Abständen von einander, so dass die Entfernung von Drahtmitte zu Drahtmitte 27 mm betrug. Alsdann wurden die durch die Lehren gebildeten Abtheilungen mit geschmolzener Asphaltmasse vollgegossen, so zwar, dass zunächst je eine um die andere derselben ausgefüllt wurde. War dann die diese Abtheilungen füllende Masse vollkommen erstarrt, so entfernte man die Lehren und goss die Zwischenräume aus. Schliesslich bedeckte man noch die gesammte Länge mit einer dünnen zusammenhängenden Schicht der Masse. Man bedurfte bei dieser Art der Herstellung keiner in der Isolationsmasse verbleibenden Scheidewand oder anderen Vorrichtung, um die Drähte überall in dem erforderlichen Abstande zu erhalten. Die Masse bestand aus einem Gemisch von 46 Theilen Asphalt und 34 Theilen gewaschenem und gesiebtem Flusssand. Die in dieser Weise isolirte Linie enthielt in einem massiven Asphaltblocke nicht mehr als 10 Leitungen und soll nach 5 Jahren in noch tadellosem Zustande befunden worden sein. Leider sind keine Zahlen bekannt, welche Isolation erreicht wurde, dieselbe dürfte eine nur geringe und den heutigen Anforderungen wohl nicht entsprechende gewesen sein. Die Herstellung der Löthungen erforderte bei der starken Erwärmung durch die heisse geschmolzene Masse besondere Vorsicht.

Im Jahre 1856 wurde ferner in Paris nach dem gleichen Systeme noch eine 14 Kilometer lange unterirdische Linie gebaut, bei welcher von 20 bis 28 Leitungen 3 mm starken verzinkten Eisendrahtes in Abständen von 17 mm von Drahtmitte zu Drahtmitte in einem Asphaltblocke vergossen waren. Dieselbe musste aber sehr bald Ausbesserungen



unterworfen und nach kurzer Zeit ganz verlassen werden. Das System einer derartigen Leitungsführung fiel hiermit und ist auch später nicht wieder aufgenommen worden.

XII. **Die Seekabel.** Die Bauart und Herstellungsweise der Kabel, welche dafür bestimmt sind die Meere zu durchschneiden, weicht im Allgemeinen durchaus nicht von derjenigen der Fluss- und Erdkabel ab. Nur muss bei der Wahl der Abmessungen der einzelnen Bestandtheile, bei der Untersuchung der zur Verwendung kommenden Materialien, bei der Prüfung der verschiedenen Stufen der Fabrikation eine viel grössere Sorgfalt obwalten als bei jenen, um die äussersten Grenzen der elektrischen Leistungsfähigkeit und der mechanischen Widerstandsfähigkeit des Erzeugnisses zu erreichen und hiermit das Gelingen dieser ausserordentlich kostspieligen Anlagen zu gewährleisten. Bei geringeren Längen oder bei den den Küsten entlang gelegten unterseeischen Leitungen kommt häufig eine Ader gleicher Stärke wie die in Fig. 214 abgebildete zur Verwendung. Um eine noch grössere Sicherheit für den ununterbrochenen Isolationsschutz zu verbürgen, wird dieselbe aber in der Regel aus drei Lagen Guttapercha gebildet. Die atlantischen und andere Kabel beträchtlicher Länge dagegen erhalten bis 13 mm starke Adern, welche mit vier Lagen Guttapercha umpresst sind und einen bedeutend stärkeren, aus einer vieldrähtigen Litze gebildeten Leiter enthalten. Die Abmessungen der Adern und die Bauart der Schutzhüllen der verschiedenen Seekabel wird bei der weiter unten folgenden Besprechung der Legung derselben Erwähnung finden, die Art und Weise der Herstellung derselben erübrigt dagegen keiner besonderen Betrachtung.

B. Die Legung der Telegraphen-Kabel.

§ 13.

Die Landkabellegung.

a. Allgemeines.

I. **Der Plan eines unterirdischen Leitungsnetzes für Deutschland.** Die ersten in Preussen in den Jahren 1847 bis 1850 gelegten Erdkabel bestanden aus einem einfachen Kupferdrahte, welcher mit vulkanisirter, mit Schwefel vermischter Guttapercha umpresst war.

Fig. 225 zeigt den Querschnitt der ersten mit der von Siemens & Halske construirten in Fig. 194 abgebildeten Maschine nahtlos umpressten Guttaperchaader, welche auf der Versuchslinie von Berlin nach Grossbeeren zur Benutzung kam, in natürlicher Grösse.

Fig. 225

Ein ähnlicher zuerst bei der Berlin-Potsdamer Eisenbahn zur

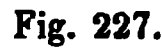
Verwendung gekommener isolirter Draht, der wie der vorerwähnte ohne äusseren Schutz in die Erde versenkt wurde, ist in Fig. 226 abgebildet, (vergl. L. Drescher, Die elektromagnetische Telegraphie, Kassel, 1848.)

Nach dem Fehlschlagen der im historischen Theile Bd. 1. S. 487 eingehender besprochenen Unternehmung der in Preussen in jenen Jahren zur Ausführung gekommenen unterirdischen Leitungen, und nachdem auch die um dieselbe Zeit in anderen Ländern gemachten ähnlichen Versuche kein besseres Ergebniss gehabt hatten, blieb dieses System der Leitungsführung lange Zeit verlassen. Obwohl zu jener Zeit bereits Erdkabellegungen mit durchaus befriedigendem Erfolge ausgeführt worden

Fig. 226.



Fig. 227.





waren, und die Technik, namentlich gezwungen durch die Nothwendigkeit die elektrischen Verbindungen unter Wasser herzustellen, die Schwierigkeiten, welche früher im Wege standen, längst überwunden hatte und vollkommen in den Stand gesetzt war, dauerhafte Erdkabel zu erzeugen, währte es doch fast 20 Jahre bis der Plan zur Ausführung längerer unterirdischer Kabellinien greifbare Form erhielt. Eine durchaus brauchbare unterirdische Leitung stellten Siemens & Halske bereits im Jahre 1851 mittels des von ihnen für die Zwecke der Berliner Polizei gelieferten und verlegten Bleikabels her. Dasselbe hatte den in Fig. 227 abgebildeten Querschnitt, und es sind einzelne Strecken desselben, ehe sie mehr und mehr durch die Neuanlagen anderer Kabel verdrängt wurden, bis in den 60er Jahren im Betriebe gewesen. Die Ader bildete der in Fig. 225 abgebildete Guttaperchadraht, welcher mit einem etwa 1,5 mm starken Bleimantel umpresst war.

Im Jahre 1869 veröffentlichte die Norddeutsche Telegraphen-Verwaltung eine Broschüre, in welcher die Nothwendigkeit der Anlage eines unterirdischen Liniensystems eingehend beleuchtet wurde. Die interessante Abhandlung, welche auch im Journal télégraphique, Bd. 1. S. 39 erschien, hebt zunächst die mit der oberirdischen Leitungsführung unvermeidlich verbundenen Nachtheile kritisch hervor, und zwar: Die häufigen Zerstörungen, welche die Gestänge-Linien durch Stürme und Gewitter erleiden; die schädlichen Einwirkungen der Temperaturveränderungen der Atmosphäre auf die Drahtleitungen, deren Durchhang im Sommer vergrössert wird und Verschlingungen der Drähte zur Folge hat, während die Erhöhung der Spannung der Leitungen im Winter häufig Drahtrisse herbeiführt, oder die Stangenreihen umbiegt und in Unordnung versetzt; die Ueberlastung der Leitungen durch Rauhfrost und Schnee,

welche dasselbe verursacht; die unvermeidliche Einwirkung des Rostens auf die Eisendrähte; den Stromverlust der Leitungen bei feuchter Witterung und die durch das Wechseln der Luftfeuchtigkeit bedingten Veränderungen des Isolationszustandes derselben; endlich die Einwirkung entfernter atmosphärischer Entladungen auf die Linien, welche die Beförderung der Zeichen auf denselben stört. An mehrfachen Beispielen wird der Einfluss dieser Nachtheile auf den Betrieb der Leitungen beleuchtet. Dagegen werden die Vortheile der unterirdisch geführten Leitungen gehalten, welche vor zufälligen äusseren Beschädigungen viel wirksamer geschützt werden können, namentlich allen Einwirkungen des Witterungs-, des Temperaturwechsels, der Blitzschläge in viel höherem Maasse entzogen sind. Dabei wird auch der in Betracht zu ziehende Nachtheil die Ladungserscheinungen in längeren Kabeln gebührend berücksichtigt. Dem Ueberwiegen der Vortheile dieser Art der Leitungsführung werden noch nähere Angaben über die Beständigkeit der Kabel beigefügt. Man entdeckte an getheerten durch verzinkte Eisendrähte geschützten mit Guttapercha isolirten Kabeln, welche in geringer Tiefe eingegraben waren, und welche, als man sie 1867 ausgrub 14 Jahre unberührt gelegen hatten, durchaus keine Verrostung der Schutzhülle und keine Veränderung der Guttapercha und entwarf gestützt auf diese günstigen Ergebnisse der Erfahrung, welche sich bei Wiederholung der Untersuchungen an anderen Orten bestätigten, den Plan eines ausgedehnten, sich über Norddeutschland erstreckenden Netzes von unterirdischen Telegraphenlinien. Man schlug vor Berlin mit Cöln, mit Hamburg, mit Frankfurt a/O.-Breslau-Thorn, mit Dirschau-Insterburg-Danzig, mit Dresden, mit Frankfurt a/M., mit Hannover-der Holländischen Grenze-Bremen, endlich mit Stralsund zu verbinden und projectirte hierzu eine Länge von 2156 Kilometer 7adrigen, 570 Kilometer 4adrigen, 400 Kilometer 3adrigen Kabels, sowie 892 Kilometer 3adriges Kabel für untergeordnetere Verbindungen und schätzte die gesammten Kosten auf 20,4 Millionen Mark. Die Kosten mit 6800 Mark für den Kilometer 7adrigen Kabels waren, wie sich später herausstellte bedeutend zu hoch gegriffen. Die Ausführung des geplanten Unternehmens blieb aber noch mehrere Jahre ruhen.

Im Frühjahr 1875 trat wiederum eine technische Commission der deutschen Reichstelegraphen-Verwaltung zusammen, welche der Frage ein eingehendes Studium schenkte und den endgültigen Plan eines Netzes unterirdischer Kabel, welches die Verbindung der Hauptorte des Landes untereinander und mit den Grenzen herstellen sollte, ausarbeitete. Die Thatsache, dass die Sicherheit des telegraphischen Verkehrs, welche mit einem solchen System zu erreichen ist, gegenüber der mit den bisherigen Mitteln zu erzielenden eine ganz ausserordentlich hohe sei,

wurde durch die Commission in ihrer vollen Bedeutung anerkannt und blieb auch für die Inangriffnahme der Arbeiten entscheidend.

II. **Die unterirdischen Leitungen zwischen Manchester und Liverpool,** welche im Jahre 1871 gelegt worden waren, wurden von jener Commission besichtigt und boten derselben eine willkommene Gelegenheit Erfahrungen über eine auf grössere Entfernung in dieser Weise hergestellte Verbindung zu sammeln.

Die 58 Kilometer lange Linie bestand aus zwei siebenadrigen in Theilstrecken von je 365 m verlegten Kabeln. Dieselben waren in Röhren, die man in die Erde eingegraben hatte, eingezogen. Jede Ader wurde aus einem 1,3 mm starken kupfernen Leiter gebildet, der zu einem Durchmesser von 4,7 mm mit Guttapercha umpresst war. 7 solcher Adern waren mit einander zu einer Litze verseilt, welche durch eine Mischung von Stockholmtheer und Korkstaub gezogen und doppelt in entgegengesetztem Sinne mit getheertem Bande bewickelt wurde. Am Endpunkte jeder Theilstrecke war ein Verbindungskasten, in welchem die Löthstellen gelagert wurden, angebracht. Der Rohrstrang, welcher die Leitungen aufnahm, war auf zwei Drittel der Länge aus 7,5 cm weiten 1 m langen Thonröhren, im Uebrigen aus 7,5 weiten und 2,75 m langen gusseisernen Muffenröhren hergestellt. Man hatte Sorge dafür getragen die inneren Unebenheiten in den Rohren vorher zu entfernen. Die Verbindung der Rohre untereinander war in der bei Wasserleitungen üblichen Weise hergestellt.

Beim Legen der Rohre wurde ein Eisendraht in dieselben eingelegt, mittels welchen die Kabel später eingezogen werden konnten. Da es nicht wohl möglich war die wenig Festigkeit besitzenden Leitungsbündel auf einmal durch die ganze Länge von 365 m hindurchzuziehen, wurde an passenden Punkten Vorkehrung getroffen, um Theile der Länge einziehen zu können. Bei dieser Arbeit brachte man alsdann vor der Mündung der Rohrleitung Gleitrollen an, welche das Kabel in der Mitte der Oeffnung führten und verhinderten, dass sich dasselbe an den Rohrrändern beschädigte. An dem in die Rohre eingeführten Eisendrahte wurden die Enden der Leitungsbündel in der Weise befestigt, dass die Kupferleiter der Adern, nachdem sie auf eine grössere Länge von der Guttapercha befreit worden waren durch eine am Eisendrahte gebildete Schlinge gezogen und an dieser befestigt wurden. Die Verbindungsstelle wurde sorgfältig bewickelt, damit die Unebenheiten derselben beim Einziehen nicht hinderlich seien.

III. Auch **in den Strassen Londons** ist ein ähnliches System der Leitungsführung üblich. Der Unterschied mit dem vorbeschriebenen besteht darin, dass man hier nicht festverseilte Aderlitzen sondern lose durch in Abständen von 2 zu 2 m gemachte Umbindungen vereinigte



Adernbündel in die eisernen Rohrnetze einführt. Jede einzelne einen 1,3 starken kupfernen Leiter enthaltende 4,7 mm Durchmesser habende Guttaperchaader ist mit getheertem Bande bewickelt. Während des Einziehens entfernt man eine das Adernbündel zusammenhaltende Umbindung nach der anderen, so dass schliesslich die Adern ganz frei in den Rohren liegen. Obwohl es hierbei möglich ist einzelne Adern auszuwechseln, zieht man es doch vor sämmtliche Leitungen einer Theilstrecke, in welcher sich ein Fehler zeigt auf einmal herauszuziehen und in gleicher Weise die Wiedereinführung nach Beseitigung bezw. Ergänzung der schadhaften Adern zu bewirken.

IV. **Erdkabel Englands vom Jahre 1873.** Während die mit Eisenrohren geschützten Leitungen sich vollständig bewährten, sind in England in neuerer Zeit noch Versuche mit ungeschützten unterirdischen Leitungen in grösserem Maassstabe ausgeführt worden, welche durchaus missglückten.

Nach Mittheilungen, welche Ch. Bright bei Gelegenheit des Pariser Congresses (3. Sitzung der Commission für Telegraphenlinien vom 21. September 1881.) machte, wurden 1873 unterirdische Linien von 1207 km Länge, mit 8656 km Leitung, zwischen Dover, London, Birmingham, Manchester, Glasgow und von dem Landungspunkte des irländischen Kabels, Dumfries und von Belfast aus nach Dublin gebaut. Die Strecke London-Manchester erhielt 10, die anderen Theilstrecken 6 Leitungen. Man benutzte einfache Kupferdrähte, welche mit Guttapercha isolirt waren. Diese waren zusammengeseilt und mit doppelter Jutelage geschützt. Die so gebildeten Aderlitzen wurden in eine der Länge nach in kreosotirte Hölzer eingebarbeitete Rinne gelegt und hiernach die Rinne mit einem Holzdeckel vernagelt. Der Graben, in welchen man die Kabel dergestalt eingebettet hatte, war nur 60 cm tief.

Die Anlage erwies sich als nicht tauglich und die Linien mussten bereits nach 5 bis 6 Jahren ausser Betrieb gesetzt werden. Die Hauptursachen hierfür waren neben der geringen Tiefe der Einsenkung an sich, dass der Guttaperchaüberzug nicht frei von Luftblasen gewesen war, dass man die Löthstellen nicht mit der erforderlichen Vorsicht hergestellt hatte, ferner dass man die Adern beim Legen, namentlich beim Einschlagen der Nägel des Deckels, erheblich beschädigt hatte und endlich ein genügender Schutz gegen nach dem Legen durch äussere Einflüsse hervorgerufene Beschädigungen des Kabels durchaus nicht vorhanden gewesen war.

V. **Die Versuchslinie Halle-Berlin.** Die technische Commission der Reichstelegraphen-Verwaltung hatte für die demnächst herzustellenden unterirdischen Verbindungen die Verwendung mit Eisenschutzdrähten versehenen Kabels empfohlen. In der Frage ob die zu erbauenden Linien dem Laufe der Eisenbahnen folgen sollten, oder ob

dieselben zweckmässiger den Landstrassen entlang zu führen seien, hatte sich dieselbe für Letzteres entschieden. Als erste Versuchsstrecke, welche zur Ausführung kommen sollte, hatte man die Linie Berlin-Halle gewählt. Nach Recognoscirung der etwa 170 Kilometer langen Strecke, wurde mit der Firma Felten & Guillaume zu Cöln ein General-Uebernahmevertrag in Betreff der Lieferung und Legung einer siebenadrigen Kabelleitung für diese Linie abgeschlossen. Die Einzellängen des Kabels sollten 800 m betragen. Das Kabel selbst enthielt sieben in England von der Telegraph Construction and Maintenance Company angefertigte Adern, deren jede einen aus einem siebenlitzigen von 0,6 mm starken Kupferdrahte gesponnenen Leiter enthielt, welcher zu einem Durchmesser von 5,15 (No. 6 B.W.G.) mit zwei Lagen Guttapercha umpresst war. Die Aderlitze war mit getheerter Jutehanfumspinnung zu einer Stärke von 17 mm umgeben, über welche eine Hülle von 16 verzinkten je 4 mm starken Eisendrähten gesponnen war. Der Durchmesser des Kabels war 26 mm. An denjenigen Stellen, an welchen Flüsse mit demselben durchschnitten werden mussten, erhielt es eine zweite Schutzhülle, welche aus 12 je 8,6 mm starken verzinkten Eisendrähten gebildet wurde. Der Widerstand der Kupferlitze der Adern sollte nicht mehr als 10,5 S. E., derjenige der Guttaperchahülle nicht weniger als 500 Millionen S. E. bei 15° C. für den Kilometer betragen. Dieses Kabel musste 1 m tief unter die Oberfläche des Fahrdammes der von Berlin nach Halle führenden Landstrasse versenkt werden.

Der Vertrag setzte ferner fest, dass das Kabel beim Verlegen mit einem Ueberzuge von eingedicktem kreosotfreien Steinkohlentheer umgeben werde. Zu diesem Zwecke wurde das Kabel, welches von einer auf einem Wagen befindlichen Rolle der Strecke entlang ausgerollt wurde, beim Ausrollen durch einen Behälter mit Theer gezogen. Der überschüssige Theil des anhaftenden Ueberzuges wurde hierbei durch ein am Ende des Behälters angebrachtes Mundstück abgestrichen.

Für diejenigen Stellen, wo es nicht möglich war, das Kabel auf die vorgeschriebene Tiefe zu verlegen, war die Anbringung besonderer Schutzvorrichtungen angeordnet worden. Die im Unterwasser grösserer Brücken verlegten Flusskabel mit starkem Eisenschutze erhielten ausserdem, soweit sie das Fahrwasser berührten eine Umkleidung mit gusseisernen Muffenrohren. Die Arbeiten begannen am 14. März 1876 in Halle und endigten am 24. Juni desselben Jahres in Berlin.

VI. **Das gegenwärtige unterirdische Leitungsnetz Deutschlands.** Da sich die Versuchslinie nach ihrer Vollendung als in jeder Hinsicht zweckentsprechend und tüchtig erwies, schritt man sofort zum Ausbau des geplanten Leitungsnetzes, welches Dank der energischen Unterstützung und dem besonderen Interesse, welches der zeitige Leiter der



Reichs-Telegraphen-Verwaltung Dr. Stephan dem Unternehmen zuwandte, Dank der besonders ausgiebigen Mittel welche das Reich bewilligt hatte, Anfangs dieses Jahres (1881) nach einer Bauzeit von etwa 5½ Jahren vollendet werden konnte. Die Linien sind zu etwa gleichen Theilen von den Firmen Siemens & Halske und Felten & Guilleaume ausgeführt worden. Während erstere das Kabel mit Ausnahme der zum Anfang erforderlichen Länge vollständig in ihrer in Berlin zu diesem besondern Zwecke errichteten Kabelfabrik herstellen, bezogen letztere die Adern aus England und beschränkten sich darauf dieselben in ihrem zu Mühlheim a./R. gelegenen Carlswerk mit der Schutzhülle zu umseilen. Nachfolgende Zusammenstellung giebt ein Bild des grossartigen in 5½ Jahren fertiggestellten Netzes der unterirdischen Leitungen, durch welches jetzt 221 deutsche Städte, darunter die Haupt-Handels- und Waffenplätze verbunden werden, dessen weiterer Ausbau und dessen weitere Ausdehnung auf die süddeutschen Gebiete nur noch eine Frage der Zeit sein dürfte, und dem das Ausland mit sich anschliessenden Linien gewiss bald folgen wird.

	Linien km	Leitungen km
Berlin-Halle-Cassel-Frankfurt, Main-Mainz (7 Adern)	595,174	4 166,218
Halle-Leipzig (4 Adern)	35,460	141,840
Berlin-Hamburg (Kabel I, 7 Adern)	297,988	2 085,916
Berlin-Hamburg (Kabel II, 7 Adern)	297,939	2 085,573
Hamburg-Kiel (7 Adern)	100,262	701,834
Frankfurt, Main-Strassburg, Els. (7 Adern) . . .	262,677	1 838,739
Berlin-Magdeburg-Hannover-Cöln (7 Adern) . . .	693,186	4 852,302
Barmen-Cöln (4 Adern)	54,985	219,940
Hamburg-Cuxhaven (4 Adern)	130,764	523,056
Hamburg-Bremen-Oldenburg-Emden (7 Adern) . .	284,575	1 992,025
Bremen-Bremerhaven (4 Adern)	59,198	236,792
Sande-Wilhelmshaven (4 Adern)	11,186	44,744
Cöln-Coblenz-Trier-Metz (7 Adern)	325,882	2 281,174
Coblenz-Mainz (7 Adern)	91,783	642,481
Metz-Strassburg, Els. (7 Adern)	185,614	1 299,298
Berlin-Dresden (7 Adern)	236,291	1 654,037
Thorn-Danzig (7 Adern)	229,573	1 607,011
Danzig-Königsberg, Pr. (7 Adern)	189,344	1 325,408
Berlin-Thorn (7 Adern)	418,031	2 926,217
Berlin-Breslau (7 Adern)	369,346	2 585,422
Stettin-Danzig (7 Adern)	368,341	2 578,387
Berlin-Stettin (7 Adern)	155,230	1 086,610
Cöln-Aachen (7 Adern)	71,121	497,847
	5 463,950	37 372,871

und zwar fand die Legung der Linien wie folgt statt:

Linie:	in der Zeit vom	
Berlin-Halle; *F & G* . .	14. März	bis zum 24. Juni 1876,
Leipzig - Halle - Cassel-Frankfurt am Main-Mainz; *F & G*	6. März	- - 14. Juli 1877,
Berlin-Hamburg-Kiel; *S&H*	1. April	- - 31. Oktober 1877,
Berlin-Magdeburg; *F & G* .	3. September	- - 29. Oktober 1877,
Frankfurt am Main-Strassburg im Els.; *S & H*. . .	1. April	- - 5. August 1878,
Magdeburg-Hannover-Cöln (einschl. der Linie Cöln-Elberfeld-Barmen); *F&G*	1. April	- - 23. September 1878,
Hamburg - Harburg - Cuxhaven; *S & H*	16. September	- - 20. November 1878,
Cöln - Coblenz - Trier-Metz; *F & G*	1. April	- - 26. Juni 1879,
Hamburg - Bremen - Oldenburg-Emden (einschl. der Theilstrecken Bremen-Bremerhaven und Sande-Wilhelmshaven); *S & H* .	1. April	- - 25. Juli 1879,
Metz-Strassburg i. Els.; *F&G*	25. Juni	- - 14. August 1879,
Coblenz-Mainz; *F & G* . .	18. August	- - 27. September 1879,
Berlin-Dresden; *S & H*. .	11. September	- - 15. November 1879,
Berlin-Breslau; *S & H* . .	12. April	- - 7. August 1880,
Thorn-Danzig-Königsberg in Pr.; *F & G*	1. Mai	- - 7. August 1880,
Stettin-Danzig; *F & G* . .	9. August	- - 7. November 1880,
Thorn-Müncheberg; *S & H*	9. August	- - 20. November 1880,
Berlin-Stettin; *S & H* . .	25. April	- - 8. Juni 1881,
Cöln-Aachen; *F & G* . .	9. Mai	- - 26. Juni 1881.

b. Arbeiten bei der Landkabellegung.

Der Bau des jetzt von der deutschen Reichsverwaltung zum Ausbau ihres unterirdischen Liniensystemes nach den Vorschlägen von Siemens & Halske angenommenen Kabels ist bereits § 12, V, S. 200 beschrieben, im Nachfolgenden sollen die bei der Legung dieser Kabel vorkommenden Arbeiten kurz besprochen werden. Sämmtliche zur Ausführung gekommenen Strecken sind im General-Unternehmen gebaut worden. Dem Abschlusse der bezüglichen Verträge ging die gemeinsame Bereisung der Linie Seitens der von der Behörde und von dem Unternehmer

Beauftragten voraus, wobei Letzterem die Trace so weit, wie irgend möglich, genau bezeichnet und die geplante Ausführung der einzelnen schwierigen Stellen angegeben wurde. Die Vornahme der Arbeiten selbst wurde von der Behörde durch einen Stab ihrer Beamten, die den Zug der Kabellegung folgten, geleitet und überwacht.

VII. **Die Vorarbeiten für Landkabellegungen** sind, was die Recognoscirung der Baustrecke, die Kostenveranschlagung u. s. w. anbetrifft, den für die oberirdische Linie vorzunehmenden ähnlich, und man bedient sich im Allgemeinen der gleichen Schemen. Wesentlich kommt es, neben den mit den betheiligten Behörden, mit den Eigenthümern des Grund und Bodens zu führenden Verhandlungen, auf eine genaue Aufzeichnung aller im Zuge des Kabels liegenden Hindernisse, auf die Bodenbeschaffenheit der verschiedenen Theile der Strecke, auf die Art der Oberfläche, unter welcher das Kabel verlegt werden muss — ob dieselbe aus Pflaster, Macadam u. s. w. besteht — an. In ein die fortlaufende Kilometerstationirung der Strecke als Liniirung darstellendes Schema wird die Trace nebst den erforderlichen Aufzeichnungen an den betreffenden Stellen zweckmässig ungefähr in der auf folgender Seite dargestellten Weise eingetragen.

Man bedient sich dabei abgekürzter Bezeichnungen um die verschiedenen Hindernisse im Zuge des Kabels zu kennzeichnen und die häufig wiederkehrenden, an den einzelnen Orten vorzunehmenden Arbeiten zu vermerken. Namentlich sind es die folgenden, welche hauptsächlich in Betracht kommen:

E. Ü. = Eisenbahn Ueberführung in der Ebene der Strasse
∩ = gewölbter Durchlass
∩∩ = doppelt gewölbter Durchlass
⊓ = Brücke mit hölzerner Fahrbahn
□ = Plattendurchlass
○ = Rohrdurchlass
dch = den Durchlass unter der Sohle durchschneiden
utg = unter dem Durchlass durchziehen
db = darüber hinweg
umg = umgehen
einsp = einspitzen (das Mauerwerk).

Die Sorgfalt in diesen Aufzeichnungen ist für die förderliche Bauausführung von der allergrössten Bedeutung, da die Vertheilung der Arbeitskräfte an die besonderes Werkzeug und Material bedingenden Stellen, bei der räumlichen Ausdehnung der in Arbeit befindlichen Strecke, nicht ohne grosse Umsicht durchzuführen ist, und bei mangelhaften bezüglichen Anordnungen erhebliche Verzögerungen im Fortschritte der Legung herbeigeführt werden können.

Schema der Kabeltrace.

Kilometer Stein №		Baumreihe.	Strassen-fahrbahn.	Baumreihe.	Bemerkungen.
	9				
	8				
	7				
	6				*Dorf* . . . . *Pflaster* . . . . . *m* *Macadam* . . . . . *m* *Verhandlung mit* . . . . *vom* . . . .
24	5				
	4				∩ *umg.*
	3				☐ *dch.*
	2				
	1				

VIII. Die **Eintheilung der Arbeiten** wird um so schwieriger je schneller die Legung gefördert werden muss, je grösser die von Tag zu Tag eintretende Verschiebung des eigentlichen Arbeitsortes wird. Wesentlich sind es die Herstellung des Grabens, das Verlegen des Kabels selbst, das Wiederzufüllen des Grabens und die Wiederherstellung der Strassenoberfläche, welche durch getrennte Arbeiterabtheilungen auszuführen sind. Nebenher müssen Vorkehrungen getroffen sein, dass alle diese regelmässigen Arbeiten durch die im Zuge des Kabels liegenden besonderen Hindernisse nicht im Fortschreiten behindert werden, so dass, wenn die fortlaufend ohne Unterbrechung zu bewirkende Legung des Kabels die umfangreiche Vorarbeiten bedingenden Punkte, wie Brücken u. dergl. erreicht, das Bett genügend vorbereitet ist, und Verzögerungen der gesammten Arbeit vermieden werden. Denn die Länge der Baustrecke erreicht bereits bei einem durchschnittlichen täglichen Fortschreiten der Arbeiten[1]) um 4 bis 5 Kilometer eine Ausdehnung von etwa 15 Kilometern, ein Umstand der die Leitung derselben ausserordentlich erschwert. Jede, das stete Weiterschreiten des Baues nur kurze Zeit aufhaltende Zwischenarbeit aber muss eine entsprechende Verlängerung der gesammten in Hand befindlichen Linie nach sich ziehen, wenn nicht ein Theil der Arbeiter feiern und hierdurch Verlust eintreten soll.

Es werden daher besondere Arbeiterabtheilungen gebildet, welche bei den vorhandenen Hindernissen den Graben vorher soweit fertig stellen, dass die nachrückenden Arbeiter, welche den bei Weitem grösseren Theil des Grabens, in welchem keine besonderen Schwierigkeiten zu überwinden sind, herstellen, unbeschadet jener oft längere Zeit in Anspruch nehmenden schwierigeren Punkte fortlaufend weiter arbeiten können, ohne dass der Graben an Stellen geöffnet werden muss, welche ausserhalb der unmittelbar nach dem Oeffnen wieder zuzufüllenden Strecke liegen.

Beim Aufzeichnen der Trace, welcher der Graben folgen soll, wird die Strecke in bestimmte Längen eingetheilt, um dem einzelnen Arbeiter je seine zu öffnende Grabenstrecke hiermit genau vorzuschreiben, da die Arbeit selbst im Accord ausgeführt wird. Diejenigen Stellen wo besondere Arbeiten zu verrichten sind, werden von Hause aus bezeichnet und in Zeiten mit den erforderlichen sachkundigen Leuten besetzt, welche dann meist im Tagelohn arbeiten.

IX. **Herstellung des Grabens.** Die Trace für den Graben, welcher

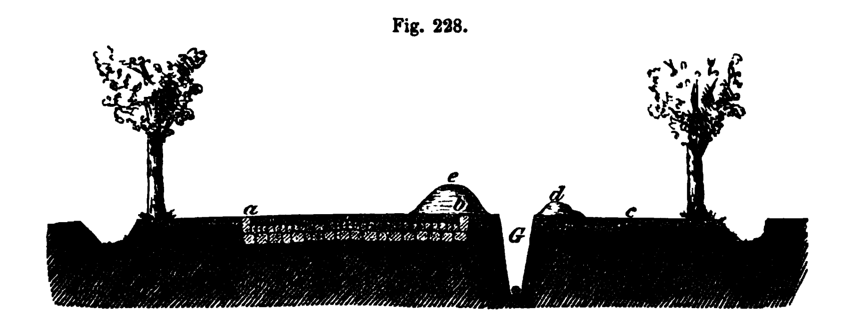
---

[1]) Die durchschnittliche Tagesleistung bei der Herstellung des unterirdischen Leitungsnetzes in Deutschland war einschliesslich allen Aufenthaltes, der Verlegung der Flusskabel u. s. w., etwa 3,3 Km.



die unterirdische Leitung aufnehmen soll, folgt auf Landstrassen, die eine Steinbahn und daneben liegenden Fahrweg haben, in der Regel dem letzteren, s. Fig. 228. Sie wird thunlichst entfernt von den Baumreihen, gewöhnlich in 75 cm Entfernung von den Bordsteinen der Steinbahn, *a b* auf dem sogenannten Sommerwege *b c* gewählt. Die Tiefe, auf welche das Kabel eingesenkt wird, ist 1 m, und es muss der Graben *G*

Fig. 228.



dem entsprechend ausgeschachtet werden. Die Sohle desselben braucht hierbei nicht breiter hergestellt zu werden, als nothwendig ist, um dem Fusse des Arbeiters Platz zu geben. Je nach dem Boden kann die Böschung des Grabens steileren oder flacheren Abfall erhalten. Während das Material der die Schutzdecke des Fahrweges bildenden Kies- oder Steinschicht auf der einen Seite des Kabel-Grabens bei *d* gelagert wird, wird das übrige Erdreich auf der anderen Seite desselben bei *e* aufgeworfen. Im Sandboden ist darauf zu rücksichtigen, dass das Gewicht des aufgefüllten Bodens den Rand des Grabens nicht zu sehr belastet und dadurch das Einfallen der Grabenwandung und ein Verschütten des Grabens verursacht. Bei vorsichtigem Herstellen des Grabens braucht nur in seltenen Fällen zum Absteifen der Grabenwandungen mittels Holzes geschritten zu werden. Befindet sich Triebsand auf der Grabensohle, so erfolgt die Aushebung desselben mittels Baggerschaufeln am zweckmässigsten so kurze Zeit wie möglich vor dem Einlegen des Kabels. Im Felsboden muss durch Einsprengen die nöthige Tiefe des Grabens geschafft werden. In Anbetracht der grossen Schwierigkeit dieser Arbeit und des beträchtlich grösseren Schutzes, den die Bettung des Kabels im Fels gewährt, beschränkt man hier die Tiefe der Einsenkung auf 75 cm.

Um den Verkehr auf den über die Kabeltrace führenden Wegen durch den Graben nicht zu hindern, — denn derselbe muss, wenn die Legungsarbeit ohne Aufenthalt vor sich gehen soll, auf eine grosse Länge ununterbrochen geöffnet sein, — wird Seitens der die Hauptgrabenlänge auswerfenden Arbeiter der Boden an allen Ueberwegen zunächst unberührt

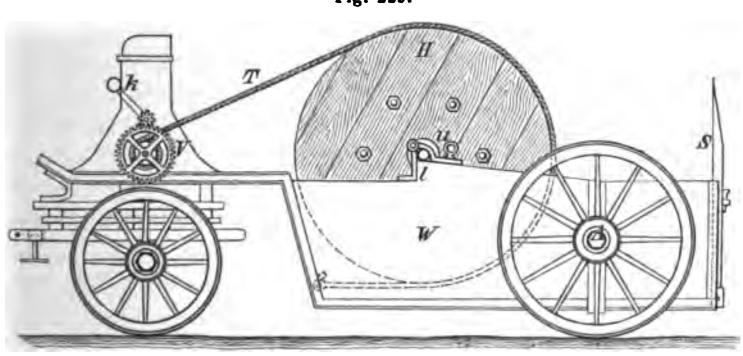
stehen gelassen. Eine besondere Abtheilung von Arbeitern, welche Nothbrücken mit sich führt, hebt dann den Graben an den betreffenden Punkten aus und überbrückt ihn.

Nach dem Einlegen des Kabels wird der Graben durch eine folgende Arbeiterabtheilung verfüllt, festgestampft und schliesslich die kunstgerechte Wiederherstellung der Oberfläche bewirkt.

X. **Das Legen des Kabels.** Das Kabel kommt in Theilstrecken von je 1000 m zur Verlegung. Die einzelnen Längen desselben sind auf hölzerne Haspel oder Trommeln aufgewunden, welche einen Kerndurchmesser von 1 m, eine lichte Breite von 0,89 und eine Höhe von 1,70 m haben. Zum Schutze gegen Erwärmung durch die unmittelbare Einwirkung der Sonnenstrahlen und gegen Beschädigungen bei der Beförderung wird das aufgewundene Kabel mit einer Strohlage umgeben, worauf der Haspel mit einem schützenden Mantel von Bretern umnagelt und mit einem äusseren weissen Anstrich versehen wird. Die Seitenwände der Haspel haben je eine mittlere mit Eisen beschlagene Oeffnung, welche die Einführung eines als Axe dienenden Rundeisenstabes erlauben, mittels welchen sie auf dem zum Auslegen des Kabels dienenden Wagen gelagert werden.

Dieser Wagen hat die in Fig. 229 dargestellte Form. Die U-förmig

Fig. 229.



gebildete Axe *A* gestattet die Einführung des Haspels *H* in den am hinteren Ende mit einer Thür versehenen Wagenkasten *W* dessen starke Wände zu beiden Seiten Lager *l* tragen, in welchen ein durch den Haspel gesteckter Rundstab ruht. Nach dem Aufrollen der vollen Kabeltrommel wird letztere durch die Ueberwurfstücke *u* festgehalten.

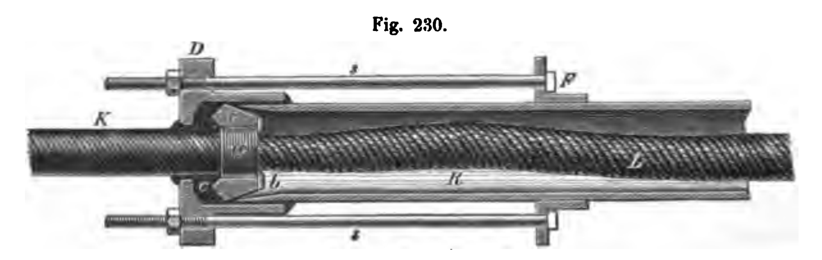
Das bedeutende Gewicht des vollen Haspels, etwa 3250 kg, erschwert das Aufbringen derselben auf den Wagen, und man hat daher eine Windevorrichtung *V* mit dem Vordertheile des Wagens verbunden,

mittels welcher diese Arbeit unter Zuhülfenahme des Taues T durch Umdrehen der Kurbel k leicht und schnell erfolgen kann. Zu diesem Zwecke ist am Ende des Wagens noch die aufklappbare Schrotleiter S angebracht.

Beim Auslegen wird von den dasselbe bewirkenden Arbeitern das Ende des Kabels zunächst festgehalten, worauf alsdann ein Abwickeln des Haspels bei mässig schnellem Vorwärtsbewegen des Wagens erfolgt. Falls die drehende Bewegung des Haspels sich beschleunigen und mehr Kabel ausgelegt werden sollte, als erforderlich erscheint, so wird durch Unterhalten eines Holzklobens unter den Rand des Haspels die Bewegung desselben in einfacher Weise mit der Hand gebremst. Das Kabel wird hinter dem auf dem Fahrdamme fahrenden Wagen in gerader Linie ausgerollt und hiernach durch einige demselben folgende Arbeiter in den Kabelgraben eingelegt. Nachdem man sich alsdann davon überzeugt hat, dass dasselbe überall in der erforderlichen Tiefe und ordnungsmässig liegt, erfolgt das Zuschütten und Feststampfen des Grabens, worauf die kunstgerechte Wiederherstellung der Strassenoberfläche bewirkt wird.

XI. **Die Verbindung der einzelnen Kabellängen.** Beim Auslegen der einzelnen Kabelstücke wird dafür Sorge getragen, dass die Enden in gehöriger Länge übereinander greifen. Der Graben wird an der betreffenden Stelle, nachdem die Kabelenden gut mit Boden bedeckt worden sind, offen gelassen. Die der Legung unmittelbar folgende Arbeiterabtheilung, welcher die Herstellung der Verbindungen obliegt, stellt an jenen Stellen ein grösseres etwa 1,5 m breites und langes Loch von der halben Grabentiefe her, über welchem ein einfaches Zelt ausgespannt wird. Dies bringt den für die Arbeiten erforderlichen Raum unter Wind- und Regenschutz. Der Grund des Loches wird mit einem Bretboden bedeckt, auf welchem die nöthigen Werkzeuge, namentlich eine Bank, in welche die Kabelenden eingeklemmt werden können, und Werkzeugskästen Platz finden.

Fig. 230.



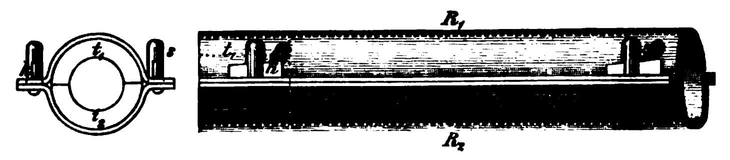
Die Verbindungsstelle wird durch ein gusseisernes Rohr — die in Fig. 230 in $^1/_5$ der nat. Grösse dargestellte Verbindungsmuffe — geschützt, welche, ehe die Verbindung der Kabeladern erfolgt, auf das

eine Kabelende aufgesteckt werden muss. Ebenso müssen die zugehörigen Deckel u. s. w. über die Kabelenden geschoben werden, ehe man zur Verlöthung der Litzen schreitet. Das die Verbindungsmuffe bildende volle Rohr *R* ist etwas über einen Meter lang und hat an seinen beiden Enden aufgelöthete Flanschen *F*, mittels welcher die Deckel *D* durch die Schrauben *s*, *s* an demselben befestigt werden können. Die erste Arbeit zur Herstellung der Verbindung ist das Umbinden der beiden Kabelenden. Diese werden an entsprechenden, genau abzumessenden Stellen mit etwa 2 mm starkem verzinkten Eisendrahte umwunden, worauf die Enden der Eisenschutzdrähte dicht vor der Bindung rechtwinklig umgebogen und in einer wenig über diese vorspringenden Länge glatt abgehauen werden. Die Umbindung des Kabels *K* ist in Fig. 230 mit *a* bezeichnet und bei *b* das umgeschlagene Ende eines Eisenschutzdrahtes ersichtlich. Der kegelförmige vor der Umbindung auf das Kabel geschobene Ring *r* passt genau über diese Bindung und verhindert, wenn später der Deckel aufgeschraubt wird, dass das Kabel aus der Verbindungsmuffe herausgezogen werden könne, denn die rechtwinklig umgebogenen Schutzdrähte finden an der flachen Basis des Ringes ihren Widerhalt. Die nach dem Abhauen der Schutzdrähte freigelegten Kabelseelen werden von der umgebenden Juteumspinnung befreit und zwar so, dass dieselbe gegen das umbundene Kabelende hin abgewickelt, nicht aber abgeschnitten wird, da sie später zum Schutze der Verbindungsstellen der Adern dient. Es erfolgt nun die Herstellung der Löthstellen der einzelnen sich entsprechenden Kabeladern und zwar in der §. 11, V, S. 189 beschriebenen Weise, wobei darauf zu rücksichtigen ist, dass die genaue, bequem in das Rohr passende Länge der Verbindung erzielt wird. Nach dem Prüfen und Gutbefinden der Löthungen wird das Adernbündel mit dem blosgelegten Jutegarn von beiden Seiten her umwickelt hiernach das Rohr *R* übergeschoben und mittels der Deckel *D*, unter Vorschiebung der Ringe *r* und unter Zwischengabe eines dickflüssigen nicht eintroknenden Mastixkittes *c* verschlossen.

Der Zweck der Bauart der Verbindungsmuffe, die allerdings einige unvermeidliche Unbequemlichkeiten mit sich bringt, ist, die Löthungen nicht nur unter genügenden äusseren Schutz zu bringen, sondern sie namentlich in sicherer Weise gegen die Einwirkung der die Guttapercha oxydirenden Luft möglichst abzuschliessen. Hierfür ist namentlich die Kittdichtung angeordnet. Dem vollkommenen Abschlusse der Luft gerade an den Verbindungsstellen, welche immerhin grössere Wahrscheinlichkeit für sich haben schadhaft zu werden, als die ununterbrochene, der ganzen Länge nach sorgfältig vor Luftzutritt geschützte Ader, muss die grösste Wichtigkeit beigemessen werden. Es erscheint daher unbegreiflich wie man, angesichts der Thatsache, dass nicht viele

Löthstellen im Wasser liegen, jene Bauart verlassen und zu einer allerdings handlicheren aber durchaus bedenklichen Schutzhülle gegriffen hat. Dieselbe ist in Fig. 231 abgebildet. Sie besteht aus zwei etwa einen Meter langen U-förmig gebogenen Blechen R_1, R_2, in deren Enden Widerlager t_1, t_2, eingenietet sind. Auf einander gelegt und mittels der in die Stifte *s* getriebenen Keile *k* befestigt, bilden diese Bleche ein die Ver-

Fig. 231.



bindungsstelle zwar in ähnlicher Weise gegen äussere Beschädigungen schützendes Rohr, welches aber die Wirkung der Luft auf die Guttapercha in ihrem Inneren durchaus nicht in wirksamer Weise abzuhalten im Stande ist.

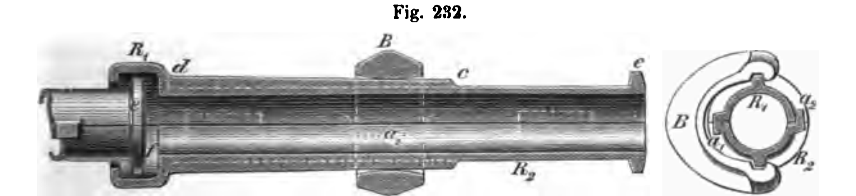
Die geschützte Vereinigungsstelle zweier Kabellängen wird nach genauem Vermessen des Ortes ihrer Lage in dem zur gehörigen Tiefe ausgearbeiteten Graben eingebettet.

XII. **Die Ueberwindung der im Kabelzuge liegenden Hindernisse** gestaltet die vorbeschriebenen die gerade ununterbrochene Strecke betreffenden Arbeiten etwas verwickelter. Grosse Umsicht und Sorgfalt wird erfordert, um dem Kabel auch an allen denjenigen Punkten, wo sein Lauf von Gräben, Brücken u. dergl. unterbrochen wird, die erforderliche gesicherte Lage zu geben. Bei kleinen, während der Legungsarbeiten trocknen Durchlässen, welche die Trace kreuzen, kann in der Regel durch einfaches Durchschlagen des Mauerwerkes, welches hinterher in kunstgerechter Weise wieder hergestellt wird, Raum geschafft werden, um das Kabel auf die erforderliche Tiefe von etwa 50 bis 60 cm unter die Sohle des Durchlasses zu legen. Führen die Durchlässe aber Wasser, oder sind sie von grösseren Abmessungen, so muss eine Umgehung des Hindernisses erfolgen, zu welchem Zwecke alsdann die Trace hart an den Flügelmauern des Bauwerks vorbei seitlich ausserhalb des letzteren vorbeigeführt wird. Hier müssen den Böschungen entlang häufig tiefere Einschnitte hergestellt werden, um auf die Sohle der äusseren Gräben zu gelangen, welche mit dem Kabel, — wiederum in der erforderlichen Tiefe, — unterschnitten werden müssen. Futtermauern, Spundwände, Pfahlroste, Betonschichten u. s. w. erschweren dabei die Arbeiten oft beträchtlich, zudem diese gewöhnlich unter Wasser vorzunehmen sind. Nicht selten muss ein Absteifen des Grabens und ein

Ausbaggern der Kabelrinne vorgenommen werden. Besonderer Werth muss hierbei darauf gelegt werden, dass das Kabel wirklich in die nöthige Tiefe unter die Grabensohle zu liegen kommt, und dass diese Sohle, falls dieselbe gepflastert oder sonstwie befestigt ist, genau wieder in den früheren Zustand gebracht wird. Da trotz aller Umsicht und Sorgfalt hierbei doch eine gewisse Gefahr für das Kabel vorhanden bleibt, wenn Reinigungs- und Reparaturarbeiten an den Gräben und Durchlässen vorgenommen werden müssen, so schützt man dasselbe durch besondere eiserne Muffen.

XIII. **Die Kabel-Schutzmuffen.** In Fig. 232 ist die für den erwähnten Zweck dienende sogenannte Landkabelmuffe in $\frac{1}{5}$ der wirklichen Grösse dargestellt. Sie besteht aus zwei gusseisernen Halbrohren R_1, R_2, welche, nachdem sie um das Kabel gelegt worden sind, durch den mit dem Hammer in der Richtung von rechts nach links aufgeschlagenen Ueberwurfbügel B, der die keilförmig zulaufenden Ansätze c, d umfasst, zusammengehalten werden und eine geschlossene Schutzhülle um dasselbe bilden.

Fig. 232.

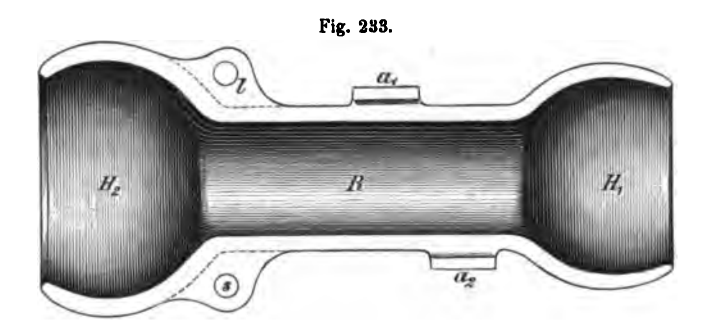


Die angegossenen Vorsprünge a_1, a_2 verhindern eine seitliche Verschiebung der Rohrhälften gegeneinander. An einem Ende sind an die Rohrhälften Ansätze e angegossen, welche in am anderen Ende angebrachte Erweiterungen f hineinpassen. Die Muffen werden nun eine nach der anderen so auf dem Kabel befestigt, dass die Erweiterung jeder folgenden den Ansatz der vorhergehenden umschliesst und bilden somit ein festzusammenhängendes in gewissen Grenzen bewegliches Gliederrohr, welches einen sehr wirksamen Schutz gegen Hieb und Stoss gewährt. Die Landkabelmuffen kommen zweckmässig an allen denjenigen Orten zur Anwendung, an denen die Möglichkeit vorliegt, dass bei später in der Trace des Kabels vorzunehmenden Arbeiten das Kabel beschädigt werden könnte.

In dem Fahrwasser der Flüsse ferner, in welchem leicht Verletzungen des Kabels durch schleppende Schiffsanker herbeigeführt werden können, werden die mit starken Eisenschutzdrähten umgebenen schweren Flusskabel gleichfalls mit derartigen gusseisernen Schutzröhren umgeben. Die hierzu dienende Flusskabelmuffe ist in Fig. 233 im

selben Maassstabe wie obige gezeichnet. Der Vergleich ergiebt die beträchtliche kräftigere Bauart der letzteren. Die Halbrohre *R*, welche diese Muffen bilden, werden nicht mittels Keilen, sondern durch Schraubenbolzen, welche die Löcher *s* der Lappen *l* durchdringen zusammengehalten, wobei die Ansätze a_1 und a_2 die Rohrhälften seitlich führen. An die Enden der Halbrohre sind Halbkugeln H_1 und H_2 angegossen, deren erstere in letztere hineinpassend von denselben umfasst werden.

Fig. 233.



In gleicher Weise wie die Landkabelmuffen nach einander auf das Flusskabel aufgebracht, bilden diese Muffen ein ähnliches aber kräftigeres, gegliedertes Rohr um dasselbe, welches den gegen die Schiffsanker erforderlichen Schutz in hinreichendem Maasse gewährt.

XIV. **Die Flusskabellegung.** Die sichere Einbettung der die Flüsse durchschneidenden Kabellängen erfordert umständliche Arbeiten, deren Dauer nicht wohl genau voraus gesehen werden kann. Es werden diese Arbeiten daher zweckmässig von der Landkabellegung vollständig getrennt und durch besondere Bauabtheilungen früher ausgeführt als die Hauptlegung den Fluss erreicht. Allgemeine Betrachtungen an die passendste Führung des Kabels an den Ufern und auf dem Grunde der Flüsse lassen sich kaum anführen, da die Ortsverhältnisse jeweils im Einzelnen in zu bedeutendem Masse bestimmend auf die zu wählende Trace und auf die Art der Ausführung der hierdurch bedingten Arbeiten einwirken. Zumeist sind die Flüsse in der Nähe von Brücken mit dem Kabel zu kreuzen. Nur in seltenen Fällen führt man dasselbe dann in besondere Kästen gebettet über die Brücke, vielmehr durchschreitet man der Regel nach den Fluss selbst mit besonders durch starke Eisenschutzdrähte armirtem Flusskabel und zwar wo angängig im Unterwasser der Brücke. Die Lage und die Bauart der Brücke selbst ist dann immer für die Wahl des mit dem Kabel zu nehmenden Weges entscheidend, und es würde zu weit führen hier die verschiedenen Möglichkeiten zu erörtern, die dabei obwalten können.

Das Flusskabel, welches in das Landkabel eingeschaltet wird, muss zu beiden Seiten sich bis zu einem Punkte in das Uferland hinein erstrecken, wo die Verbindung sorgfältig hergestellt und sicher eingebettet werden kann, wobei kleinere überschiessende Längen Kabels in Ringform eingegraben werden, um für vielleicht später erfordlich werdende Verlegungen zu dienen. Die schwierigsten Stellen bleiben diejenigen Punkte, an welchen das Kabel das Flussbett selbst verlässt, da hier die erforderliche Tiefe der Einsenkung desselben die grösste Mühe verursacht. Die tiefen Einschachtungen, welche oft am Uferende nothwendig werden, machen bei der häufigen Erschwerung der Arbeit durch zwischenliegende Hindernisse und den Schiffahrtsverkehr oft einen bedeutenden Aufwand an Zeit und Kosten erforderlich. Man kam zur Vermeidung sämmtlicher bei diesen Arbeiten eintretenden Uebelstände, als Einstürzen der Grabenwandungen, Schwierigkeit der Wasserbewältigung u. a. m., auf den glücklichen Gedanken an solchen Stellen, wo es die örtlichen Verhältnise gestatten, dadurch einen Weg für das Kabel zu schaffen, dass man nach Art des jetzt üblichen Brunnensenkens von einem Punkte des Ufers aus nach der Tiefe des Flussbettes hin ein Rohr schräg einbohrte und das Kabel durch dieses hindurch zog, worauf das Rohr wieder entfernt werden konnte, eine Methode die die Ueberwindung oft der schwierigsten Stellen mit vergleichweise geringem Aufwande gestattete.

An beiden Enden des Flusskabels sind Kabelhalter anzubringen, welche die Enden desselben so festlegen, dass einem in Strombette auf das Kabel ausgeübten Zuge ein wirksamer Widerhalt entgegengesetzt wird. Zu diesem Zwecke wird das Kabel zwischen starke mit passenden Quernuthen versehene Balken mittels kräftiger Schraubenbolzen festgeklemmt. Vor diesen Haltern werden nach der dem Flussbette zugekehrten Seite starke Pfosten, eingerammt die jenen ein sicheres der Stärke des zu erwartenden Zuges entsprechendes Widerlager gewähren.

Im Bette des zu durchschreitenden Flusses muss zuförderst die Kabelrinne hergestellt werden, was zumeist langwierige Baggerarbeiten bedingt. Hie und da können wohl die sonst dem Wasserbau dienenden Baggermaschinen hierzu herangezogen werden, häufig aber muss die Ausbaggerung mit dem Handbagger und der Baggerschaufel vorgenommen werden. In Flüssen mit stärkerer Strömung ist die Herstellung eines vollständigen Grabens nicht möglich, man muss sich daher darauf beschränken an der betreffenden Stelle das Flussbett thunlichst zu vertiefen und das Kabel unmittelbar nach dem Einlegen in die Vertiefung durch aufgeschüttete Steinmassen zu belasten, um ihm so eine möglichst gesicherte Lage zu gewähren. Zur Einhaltung der Richtung des Grabens im Flussbette werden auf beiden Ufern Signalstangen aufgestellt, nach welchen dann das Einlegen des Kabels erfolgt.

Dies wird vornehmlich auf zwei Arten bewirkt. Entweder man rollt das Flusskabel von einem Haspel, welcher auf einem Fahrzeuge aufgestellt ist, das in der von den Signalstangen angezeigten Richtung langsam quer über den Fluss bewegt wird, ab, wobei, während das Kabel vom Fahrzeuge ins Wasser gleitet, die Flusskabelmuffen aufgeschraubt werden; oder aber man verankert einige Fahrzeuge quer über den Fluss liegend dergestalt, dass die eine Seite derselben genau über der im Flussbette geschaffenen Rinne liegt und lässt dann das in seiner ganzen Länge mit Kabelmuffen eingehüllte Flusskabel an Tauen, welche um dasselbe geschleift sind und deren Enden durch Umschlingung um feste Vorsprünge auf den Fahrzeugen gebremst werden, langsam von einer Seite her in Form einer Welle ins Flussbett hinabsinken.

XV. Bei **Führung der Kabel über die Brücken der Flüsse** wendet man etwa 20 cm weite Kästen aus 3 mm starkem U-förmigen Eisenblech an, deren Inneres zur Verhütung übermässiger Erwärmung durch auffallende Sonnenstrahlen entweder mit Sand oder mit Schlackenwolle, einem aus Hochofenschlacke geblasenen glasigfaserigen Stoff, welcher die Wärme sehr schlecht leitet, ausgefüllt wird. Zu diesem Zwecke werden hölzerne Lehren in die Blechkästen eingesetzt, welche das Kabel in der Mitte des Hohlraumes halten, worauf der Zwischenraum ausgefüllt und der Deckel aufgeschraubt wird. Diese Kästen befestigt man in der Regel unter dem Fussgängerwege der Brücke, überall aber, wo es nicht unumgänglich nothwendig ist, vermeidet man die Anbringung derselben, da sie, was die Sicherheit des Bestandes der Guttaperchaisolation der Kabeladern anbelangt, immerhin die schwächsten Punkte der Strecken bleiben.

XVI. Der **Führung der Kabel in den Städten** setzen sich abgesehen von den Schwierigkeiten, die der Verkehr in den Strassen mit sich bringt, als besondere Hindernisse Kanalisations-, Gas- und Wasserleitungsrohre sowie bereits liegende Kabel entgegen. Da diese sämmtlich nicht durchschnitten werden können, ein Ueberschreiten derselben mittels des Kabels aber zu mancherlei Bedenken Anlass giebt, so muss eine Unterführung, ein Durchziehen der Leitung unter den freigelegten Rohrsystemen stattfinden. Da hierbei eine grössere Länge Kabels nicht wohl überall ohne Unzuträglichkeit anwendbar ist, beschränkt man das Minimalmaass der Einzellängen des Kabels für diese Fälle auf etwa 250 m. Müssen volle Kabellängen hierbei, sowie bei sonstigen im Zuge des Kabels vorkommenden Hindernissen zerschnitten werden, so kommen die Enden, wie sie nach dem Schnitte fallen, zur Verlegung. Nachdem der Kabelgraben in den Strassen so tief hergestellt ist, dass sämmtliche Wasser- und Gasrohre, — letztere namentlich der schädlichen Einwirkung etwa ausströmenden Gases auf das Isolationsmaterial des Kabels

wegen, — in gehöriger Tiefe unterschritten werden können, so wird das Kabel von im Graben in geringer Entfernung von einander stehenden Arbeitern unter allen jenen Hindernissen hindurchgezogen. An sehr lebhaften Verkehrspunkten stellt man zweckmässig bei Nacht eine Rohrleitung aus geringen Thon- oder Eisenröhren her, durch welche dann das Kabel hindurchgezogen wird.

Nach dem Einlegen bezw. Einziehen des Kabels erfolgt, soweit das Weichbild der Städte in Betracht kommt, die Bedeckung desselben mit einer Lage von Ziegelsteinen, welche bezweckt, den Ort des Kabels bei vorkommenden Arbeiten an Gas- und Wasserbau u. s. w. leicht und gefahrlos ermitteln zu können, ohne dass dabei das Kabel mit den Erdbearbeitungswerkzeugen verletzt wird. Es erübrigt noch zu bemerken, dass namentlich in den Städten wie auch im Allgemeinen auf der Strecke ein Einschlemmen des Kabelgrabens mittels Wassers sehr zweckmässig ist, um ein späteres Nachsinken des Erdreiches zu verhüten und Ausbesserungsarbeiten an der Kunstoberfläche zu ersparen.

XVII. **Die Kabelröhrenanlage in Berlin.** Das unterirdische Leitungsnetz Berlins bestand früher aus unter dem Strassenpflaster verlegten Erdkabeln, welche durch eine Lage von Ziegelsteinen geschützt waren. Im Jahre 1879 waren 111 Kilometer derartiger Kabel vorhanden, deren Betrieb durch die Beschädigungen bei den Strassenarbeiten sehr häufig Störungen erlitt. In einem bereits 1853 gelegten Strang eiserner Röhren, in welchen ursprünglich nur Guttaperchadrähte eingeführt worden waren, waren später auf eine grössere Länge dreiadrige Erdkabel eingezogen worden, welche sich nach 17 jährigem Liegen als noch vollständig betriebsfähig erwiesen und auch während dieser Zeit wenig Störungen unterworfen waren. Dies veranlasste die Verwaltung 1879 bis 1880 zum Bau eines vollständigen Netzes derartiger unterirdischer Rohrstränge zu schreiten, in welches die erforderlichen Erdkabel eingezogen wurden, und welches für noch eintretenden Bedarf weiteren Raum bietet. Ausser dem in erster Linie stehenden wirksamen äusseren Schutze, den die Rohre den Leitungen gewähren, bietet dieses System bei der getroffenen Anordnung den Vortheil, dass vorkommende Arbeiten zur Beseitigung von Fehlern, zur Ergänzung oder Vermehrung der Leitungen vorgenommen werden können, ohne Erdarbeiten in den Strassen nothwendig zu machen. Die Anlage, welche in der elektrotechnischen Zeitschrift Bd. 1. S. 377 ff. eingehend besprochen ist, hat eine gesammte Länge von 19 395 m mit 33 835 m Kanälen und Röhren, darunter 460 m gemauerte mit Granitplatten abgedeckte im Lichten 47 × 52 cm weite Kanäle, deren Sohle 1 m unter dem Strassenpflaster liegt; 4 646 m 10 cm weite, 9 001 m 12,5 cm weite, 12 536 m 15 cm weite und 7 192 m 17,5 cm weite gusseiserne innen und aussen asphaltirte, aus Stücken von

je 3 m Länge bestehende Rohre, welche in der gewöhnlichen Weise mit getheertem Hanf und mit Blei untereinander verbunden und auf durchschnittlich 1,25 m Tiefe unter die Strassenoberfläche versenkt sind. In etwa 200 m Entfernung von einander sind gemauerte Brunnen angebracht, welche zum Einziehen der Kabel, zu Untersuchungen und zur Aufnahme der Verbindungsstellen dienen. Um die Arbeiten an den unterirdischen Leitungen ohne Störung des Fuhrwerksverkehrs vornehmen zu können, ist die Lage der Kabelröhren, wo angängig, so gewählt, dass die Einsteigebrunnen auf dem Fussgängersteige liegen. Fig. 234, 235 und 236

Fig. 234.

Fig. 235.

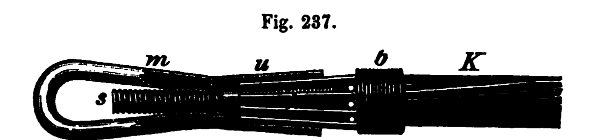
Fig. 236.

zeigen im Grundriss, Aufriss und Querschnitt die Bauart und die Abmessungen dieser Brunnen, welche als Grundform eine Ellipse haben, wogegen die im Strassenpflaster liegenden rechteckig gebildet und mit kräftigerer Abdeckung versehen sind. An den Seitenwänden der Brunnen sind Leisten befestigt, an welchen die Kabel mittels eiserner Vorreiber angeschlossen werden.

Beim Legen der Rohrstränge wird in jeden derselben ein 5 mm starker Eisendraht eingeführt, mit welchem das zum Einziehen der Kabel dienende kräftige Stahldrahtseil durch dieselben gezogen werden kann. An dieses wird das betreffende Kabelende unter Zwischenschaltung eines die freie Drehung des Kabels um seine Axe erlaubenden Wirbels mittels einer besonderen Klemmvorrichtung Fig. 237 angeschlossen. Ungefähr die Hälfte der Eisenschutzdrähte des bei *b* umbundenen Kabels *K*

werden um ein nach dem Ende zu bei *k* kegelförmig verstärktes normal zur Axe mit scharfen Riefen versehenes Stahlstück, welches eine Schraubenspindel *s* hat, herumgelegt. Ein passendes hohlkegelförmig ausgearbeitetes Ueberwurfstück *u* wird hierauf mittels der Mutter *m* über die Schutzdrahtenden gepresst, welche hierdurch in sicherer Weise fest-

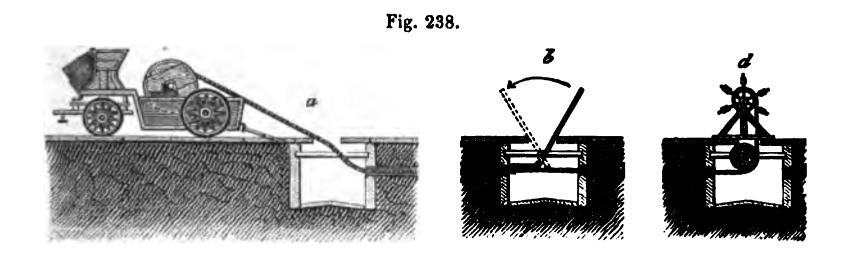
Fig. 237.



gehalten werden. Eine Bindung der Schutzdrahtenden würde dagegen eine wesentliche Verstärkung des Querschnittes der Anschlussstelle nöthig machen und mithin beim Einziehen der Kabel hindernd wirken.

Zum Einführen der Kabel in das Rohrnetz dient eine einfache Windevorrichtung, welche von Arbeitern bewegt wird; dieselbe ist in Fig. 238 bei *d* abgebildet. Das von dem Kabelwagen, oder sonstwie passend

Fig. 238.



in den ersten Brunnen *a* eingeführte Kabel wird in der Regel in Längen von 800 m auf einmal eingezogen. Da hierbei, namentlich wenn Winkelpunkte vorhanden sind, ein beträchlicher Widerstand zu überwinden ist, und die Winde die erforderliche Zugkraft nur an dem einen Ende des Kabels ausübt, so wendet man, um eine Ueberbeanspruchung desselben zu vermeiden an den zwischenliegenden Brunnen *b* Zughebel an, welche zur Unterstützung beim Ziehen dienen. Es sind dies zweiarmige Hebel, deren Drehaxen an den Brunnen befestigt werden. Der untere Theil dieser Hebel trägt eine Froschklaue, welche das Kabel fasst, wenn der Hebel in der Richtung des Pfeiles bewegt wird, es dagegen loslässt, wenn die Rückwärtsbewegung desselben erfolgt.

Die Kosten der gesammten Rohranlage beliefen sich auf 249 000 Mk.

Schon während des Baues der Rohranlage sind bereits ungefähr 27 000 m meist siebenadrige Kabel in dieselbe eingezogen worden, deren Legung einen Kostenaufwand von rund 55 000 Mk. verursachte.

§. 14.

Die Seekabel.

a. Die Entwickelung des Baues der unterseeischen Leitungen.

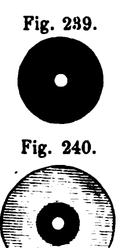
I. **Die ersten Unterseeleitungen im Kieler Hafen.** Durch die Anwendung der Guttapercha zur Isolation von Leitungsdrähten und die Erfindung der Maschine zur nahtlosen Umpressung der Leiters mit diesem Materiale war die technische Aufgabe, welche die Herstellung brauchbarer unterseeischer Leitungen umfasst, gelöst und der grossartigen Entwickelung des Kabelnetzes der Welt der Weg bereitet. Die frühesten derartigen und mit Erfolg im Meere ausgelegten Leitungen sind die von Werner Siemens im Frühjahre 1848 zur Verbindung der Torpedos im Hafen von Kiel versenkten mit Guttapercha isolirten Kupferdrähte, welche mit den von ihm und Halske angegebenen Umpressungsmaschinen bei Fonrobert & Pruckner in Berlin angefertigt worden waren und den in Fig. 225 abgebildeten Querschnitt hatten. Im April des genannten Jahres waren diese Leitungen fertig gestellt worden und genügten den Anforderungen, welche der Zweck, die elektrische Zündung der Minen, stellte, vollkommen.

II. **Das Kabel Dover-Calais.** Dem englischen Unternehmungsgeiste war es vorbehalten die Erfolge, welche die Technik bereits errungen hatte, weiter nutzbar zu machen und die erste telegraphische Verbindung zwischen durch das Meer getrennten Landestheilen mit einem unterseeischen mit Guttapercha isolirten Draht herzustellen. Während bereits Andere um die Erlaubniss für den Bau und den Betrieb einer telegraphischen Verbindung zwischen Frankreich und England sich bemühten, gelang es den Brüdern Jacob und John Watkins Brett Seitens der französischen Regierung eine ausschliessliche Concession hierfür auf 10 Jahre zu erhalten. Nachdem sie die Pariser Société Carmichael & Co. an deren Spitze Jacob Brett stand, zur Ausbeutung der Concession gebildet hatten, liessen sie das Kabel herstellen, dessen Legung zwischen Dover und Cap gris nez durch den Raddampfer „Goliath" am 28. August 1850 von ersterer Küste aus in 10 Stunden glücklich gelang. Das Seekabel bestand aus einem ein-

fachen etwa 12,5 mm starken Guttaperchadrahte, welcher als Leiter einen Kupferdraht von etwa 1,8 mm Durchmesser enthielt. Fig. 239 zeigt den Querschnitt desselben. Die kurzen Uferenden (Fig. 240) waren aus einem schwächeren Guttaperchadrahte gebildet, welcher mit einem starkwandigen Bleirohre umhüllt worden war. Der Draht, der auf genanntem Schiffe auf einer einfachen Trommel aufgewickelt war, wurde unter Leitung des Ingenieurs der Submarine Telegraph Company Charles J. Wollaston, der am Bord war, während J. W. Watkins am Ufer zurückblieb, in die nicht erhebliche Tiefe der Meerenge von etwa 55 m ohne Schwierigkeit hinabgesenkt. Um die Leitung sicher auf dem Grunde festzulegen, wurden in je 100 m Entfernung von einander 8 bis 10 Kilogramm schwere Gewichte an derselben angebracht. Diese bestanden aus viereckigen genutheten Bleiplattenpaaren, welche unter Zwischenlagen von warmen Guttaperchaplatten über die Ader gelegt und zusammengestiftet wurden. Nachdem die Legung vollendet, konnte in befriedigender Weise durch die Leitung telegraphirt werden, aber schon am anderen Tage versagte sie, weil sich die Guttapercha auf dem Felsenboden an der französischen Küste durchgerieben hatte. Dass dieses Kabel, wie behauptet worden ist, nur deshalb gelegt worden sei, um damit die Concession zu retten, muss bezweifelt werden.

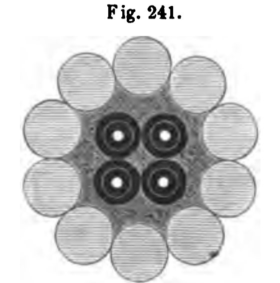
Fig. 239.

Fig. 240.



Wenn auch hiermit das Problem der überseeischen Telegraphie im Allgemeinen praktisch seine Lösung gefunden hatte, so ist es doch erst das am 25. September 1851 zwischen den selben Küsten und zwar zwischen Cap Southerland nahe Dover und Cap Sangatte nahe Calais gelegte etwa 40 Kilometer lange Kabel der Submarine Telegraph Co. welches als erst gelegtes unterseeisches Kabel im engeren Sinne, sofern man die Schutzhülle der isolirten Leitung in diese Bezeichnung mit einbegreift, zu betrachten ist. Fig. 241. zeigt den Querschnitt des in der Seilerwaarenfabrik von Robert Stirling Newall & Co in Gateshead am Tyne gefertigten Taues, welches 4 durch Guttapercha isolirte kupferne Leiter enthielt. Die Guttaperchaadern waren in der Anstalt der unter Samuel Statham stehenden Guttapercha-Company hergestellt. Die aus den isolirten Drähten geseilte Aderlitze war mit in Stockholmtheer getränktem russischen Hanfe umgeben und mit 10 Eisenschutzdrähten von etwa 7,5 mm Durchmesser geschützt. Dieses schwere Kabel, 1 Kilometer wog 4420 kg, wurde von dem früher als Kriegsschiff benutzten

Fig. 241.



Raddampfer „Blazer“, von welchem man, um Platz für das Tau zu gewinnen, Maschine und Schornstein entfernt hatte und den man durch ein anderes Schiff schleppen liess, unter Leitung Crampton's und Wollaston's ohne dass irgend welche Bremsvorrichtung auf dem Schiffe vorhanden war, ausgelegt. Die Meerestiefe überschritt dabei allerdings 75 m nicht. Man hatte, wie sich herausstellte, nicht genügenden Vorrath von Kabel an Bord und musste, nachdem man eine vorläufige Verbindung hergestellt hatte, später ein entsprechendes Stück anfügen. Die Leitungen dieses Kabels sind mit Ausnahme einiger Unterbrechungen, welche durch Schiffsanker verursacht wurden, ohne Tadel im Betrieb gewesen. Man fand bei den Ausbesserungsarbeiten, dass die Guttapercha sich tadellos gehalten hatte, während das Eisen der Schutzhülle sich hie und da stark angerostet zeigte. Die Leitungen dieses Kabels waren sogar bis in neuster Zeit (1875) noch betriebsfähig. Die jüngste Liste des Berner Internationalen Bureaus von 1877 bezeichnete dieselben noch als solche, nachdem dieselben bereits mehr als 25 Jahre im Betriebe gewesen!

III. **Die ersten Versuche England und Irland unterseeisch zu verbinden** wurden im folgenden Jahre im Juni 1852 gemacht. Man stellte zunächst eine Verbindung durch den St. George-Canal von Holyhead nach Howth mittels eines von Newall & Co. in Gateshead gesponnenen etwa 115 Kilometer langen und 13 mm starken Kabels her. Die von Statham & Co. in London gefertigte Ader desselben wurde von einem einfachen 1,7 mm starken Kupferdrahte gebildet, der mit zwei Lagen Guttapercha zu einem Durchmesser von etwa 8 mm umpresst war. Ueber dieselbe waren ohne Zwischenlegen von Hanf 12 verzinkte 2,7 mm starke Eisendrähte gesponnen. Das Kabel arbeitete nach der Legung gut, versagte aber bereits nach 3 Tagen.

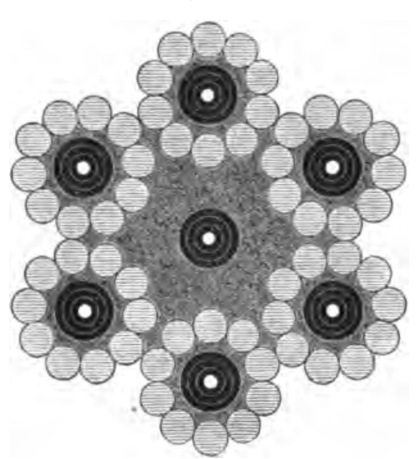
Hierauf wurde noch in demselben Jahre versucht, die telegraphische Verbindung durch den schmalsten Theil des Nord-Canals zwischen Portpatrick und Donaghadee herzustellen. Es war dazu ein schweres fünfadriges, mit 12 je 7 mm starken Eisendrähten geschütztes Kabel gewählt worden, aber bereits nach dem Auslegen von 24 Kilometern von Portpatrick nach Donaghadee zu musste die Unternehmung aufgegeben werden, da die Messungen ein ungünstiges Ergebniss aufwiesen.

Die Legung eines ähnlichen sechsadrigen Kabels von Newall & Co. gelang auf dieser Strecke erst im folgenden Jahre, während die Verbindung zwischen Holyhead und Howth durch ein von derselben Firma angefertigtes Kabel, welches 5 Jahre im Betriebe blieb, im September 1854 glücklich hergestellt wurde. Zu gleicher Zeit legte man ein von Fenton, Hyde & Co. gefertigtes dem letzteren im Bau vollkommen gleiches Kabel, welches aber niemals gearbeitet hat.



IV. **England und Holland** wurden zu jener Zeit durch die Electric and International Telegraph Company mittels eines erwähnenswerthen Newall'schen Kabels verbunden. Man hatte sich überzeugt, dass es bei längeren unterseeischen Leitungen unzweckmässig sei, mehradrige Kabel anzuwenden, und beschloss, sieben Kabel mit je einer Leitung zu legen. Dadurch, dass man diese sieben Kabel entfernt von einander ins Meer versenken wollte, hoffte man eine grössere Wahrscheinlichkeit für den Bestand der Verbindung zu erreichen, da Schiffsanker alsdann wohl die eine oder andere voraussichtlich aber nicht mehrere Leitungen auf einmal beschädigen würden. Am Ufer sollten die Einzelkabel vereinigt und hierdurch die besondere Herstellung von Uferenden gespart werden. Die Vereinigung der Kabel am Uferende ist in Fig. 242 dargestellt. Von den Einzelkabeln wurden zwischen Mai und September

Fig. 242.



des Jahres 1853 vier je etwa 190 Kilometer lange Strecken zwischen Oxfordness und Scheveningen mit Erfolg gelegt. Nachdem das System jedoch den Erwartungen, welche man für die Dauer daran knüpfte, nicht entsprochen hatte, wurde später (1858) von der Submarine Company ein Glass, Elliot & Co.'sches Kabel mit zwei, wiederum gemeinsamen Leitungen zwischen beiden Küsten gelegt und im selben Jahre von der Electric Co. sogar noch ein vieradriges, in derselben Fabrik angefertigtes Kabel. Letzteres zwischen Dunwich und Zandvoort im September 1858 versenktes Kabel zeichnet sich dadurch aus, dass es das erste ist, in welchem zwei der Adern versuchsweise mit Guttapercha und Chatterton's Mischung isolirt waren.

V. Das **Petersburg-Kronstadt** Kabel, welches Siemens & Halske im Jahre 1853 legten, hatte den in Fig. 243 abgebildeten Querschnitt Während die drei Adern dieses bei Newall & Co. in England gefertigten Kabels nicht gegen die früheren Abweichendes bieten, ist zu bemerken, dass die Eisenschutzdrähte desselben mit einem Theer- und Pechüberzuge versehen wurden, der das Rosten der Hülle wirksam verhinderte.

Fig. 243.

Von derselben Firma sind in den folgenden Jahren verschiedene Kabel, u. A. 1854 ein sechsadriges 43 mm starkes Flusskabel durch die Spree verlegt worden. An Stelle der einfachen Eisenschutzdrähte war dieses Kabel mit 12 aus je 6 schwächeren Eisendrähten gebildeten Seilen — Litzen — umsponnen. Dieses war geschehen, um das Kabel beim Verlegen biegsamer und handlicher zu machen. Die Litzen bestanden aus einem 2 mm starken, von 5 je 3 mm starken Eisendrähten umgebenen Mitteldrahte. Ein ähnliches 40 mm starkes mit 11 derartigen Litzen umsponnenes Kabel mit 4 Leitern wurde im selben Jahre bei Warschau durch die Weichsel, ferner ein solches von 35 mm Durchmesser mit 3 von 10 Litzen umsponnenen Adern um diese Zeit bei Köln durch den Rhein gelegt.

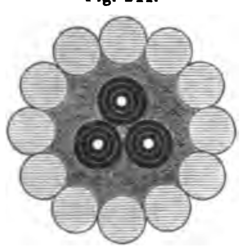
VI. Das **Varna-Balaklawa Kabel**, welches von Newall & Co. während des Krimkrieges im April 1855 gelegt wurde, bestand aus einem einfachen etwa 480 Kilometer langem Guttaperchadrahte, der nur an den Küsten auf 56 Kilometer mit Eisenschutzdrähten versehen war. Den Leiter des Kabels bildete ein 1,7 mm starker Kupferdraht der bis zu 8 mm Dicke mit drei Lagen Guttapercha umpresst war. So kühn das Unternehmen war, eine so wenig widerstandsfähige Leitung in eines der bewegtesten Meere zu versenken, gelang es doch vollkommen. Die Leitung blieb während 6 Monaten betriebsfähig. Hierbei ist nicht ohne Interesse zu erfahren, mit welcher Geschwindigkeit mit Hülfe der damaligen Mittel durch dieses Kabel gesprochen werden konnte. Varley berichtet hierüber, dass, da mit einfachen Strömen gearbeitet wurde, die grössterreichbare Geschwindigkeit des Telegraphirens 5 Worte in der Minute gewesen sei.

Im October desselben Jahres stellten dieselben Unternehmer auch noch eine Verbindung zwischen Varna und Constantinopel her, es wurde aber hierzu ein mit 12 Eisendrähten versehenes Kabel von 278 Kilometer Länge verwandt. Es hatte denselben Leiter wie ersteres Kabel nur war die Guttaperchahülle schwächer, nämlich nur 7 mm stark. Auch auf diesem Kabel war die Sprechgeschwindigkeit nicht grösser als 5 bis 8 Worte in der Minute.

VII. **Die ersten Kabellegungen im Mittelmeer** bieten aus dem Grunde ein besonderes Interesse, weil dabei zum ersten Male die Aufgabe gelöst wurde, Kabel in beträchtliche Tiefen zu versenken, während die Küsten- und Canalkabel, welche man bis dahin mit Erfolg gelegt hatte, sämmtlich an seichteren Meeresstellen lagen. Die französische Regierung wünschte, da die Beförderung von Telegrammen durch Italien, der vielen Staaten wegen, welche sie zu durchlaufen hatten, Schwierigkeiten bot, eine directere Verbindung nach dem Süden, in zweiter Linie war ihr Bestreben darauf gerichtet eine telegraphische Verbindung mit Algier zu gewinnen. Sie hatte daher bereits 1854 ein von Glass, Elliot & Co. gefertigtes sechsadriges mit 12 je 7,6 starken Eisendrähten geschütztes Kabel (die Guttapercha-Adern desselben waren 7,6 mm stark und enthielten einen einfachen Kupferleiter von 1,7 mm Durchmesser), von 177 Kilometer Länge zwischen Spezzia und Corsica, und ein etwa 18 Kilometer langes, von gleichem Bau, zwischen Corsica und Sardinien, legen lassen. Brett unternahm es nun 1855 ein gleiches Kabel zwischen Sardinien und der afrikanischen Küste, durch die dortige bedeutende Meerestiefe von bis über 3000 m zu legen. Es gelang ihm 65 Kilometer der 200 Kilometer langen Strecke zu legen, worauf der Versuch, angeblich weil sich das Kabel verwickelt hatte, bei einer Tiefe von 1640 m aufgegeben werden musste. Man hatte die Kräfte, welche bei Legung von Kabeln in grosse Meerestiefen auftreten, noch nicht richtig erkannt und daher auch die nöthigen Vorkehrungen zu ihrer Beherrschung (wie Siemens sagt) nicht richtig getroffen.

Im folgenden Jahre versuchte es Brett abermals, die Strecke und zwar diesmal mit dem in Fig. 244 abgebildeten Kabel zu über-

Fig. 244.



schreiten, es gelang ihm aber am 19. August nur bis einige Meilen von der Insel Galita zu kommen, wo das Kabel wiederum riss.

Im Sommer 1857 hatten es Newall & Co. übernommen ein Kabel von den in Fig. 245 und 246 dargestellten Abmessungen, ersteres als Tiefsee- letzteres als Küstenkabel, für die Mediterranean Extension Company, an deren Spitze Brett stand, zur Verbindung zwischen Bona und Cagliari herzustellen, und zogen auch Werner Siemens bei der

Ausführung hinzu. Letzterem bot sich hierbei Gelegenheit die mechanischen Vorgänge bei der Legung von Kabeln zu untersuchen und die wirkenden Kräfte zu ermitteln. Es wurde nach seinen Angaben zunächst ein Bremsapparat auf dem zur Auslegung bestimmten Schiffe „Elba" angebracht, der kräftig genug war, um dem Zuge, den das vom Schiff auslaufende Kabel bei der vorhandenen Meerestiefe äussern konnte, mit Erfolg entgegenzuwirken. Aber nicht allein die Möglichkeit das überschnelle Hinabgleiten des Kabels zu hemmen war es, was genügte, man musste vielmehr auch den bei der Legung thatsächlich im Kabel wirkenden Zug selbst während der Arbeit bestimmen und beobachten können, um danach die Grösse der auf dem Schiffe jeweils auszuübenden Bremskraft regeln zu können. Siemens brachte daher einen Kraftmesser (Dynamometer) an dem auslaufenden Kabel an, welchen er der Kettenwage

Fig. 245.

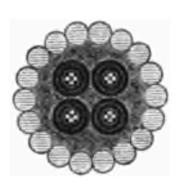
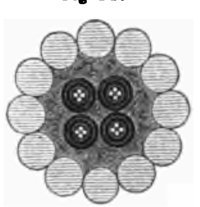


Fig. 246.



ähnlich baute. Mit Hülfe desselben war es möglich, die auf das Kabel wirkende Zugkraft jederzeit zu überwachen, und in Folge dessen konnte man die Stärke des Bremsens entsprechend verändern. Da ferner die „Elba" keine genügende Maschinenkraft besass, um den auf das schwere Kabel voraussichtlich auszuübenden bedeutenden Bremszug zu überwinden, wurde dieselbe durch Vorspann des stärkeren Dampfers „Blazer" ausreichend verstärkt, und es gelang hiernach, die bedeutende Meerestiefe glücklich mit dem Kabel zu überschreiten.

Man hatte sich dafür entschieden, die Legung des Kabels von der afrikanischen Küste aus zu beginnen und unweit des Cap de Garde einen passenden Landungspunkt gewählt. Am 7. September begann die „Elba" im Schlepptau des „Blazer" die Legung. Es waren für die in gerader Strecke etwa 200 Kilometer lange Linie 260 Kilometer Kabel an Bord, worunter die Küstenenden mit zusammen 26 Kilometer Länge; man konnte aber, nachdem die Tiefe („Mr. Brett's precipices") ohne Zwischenfall überschritten war, das Sardinische Ufer nicht ganz erreichen, da der Vorrath durch bedeutende Verluste, welche man bei den grössten Tiefen gehabt hatte, ausgegangen war. Infolgedessen musste eine etwa 15 Kilometer lange vorläufige Verbindung nach dem Cap Spartivento hergestellt werden. Ende October wurde alsdann das Kabelende wieder aufgenommen und das fehlende Stück angespleisst.

Nach Beseitigung einiger Isolationsfehler im Kabel waren sämmtliche vier Leitungen desselben betriebsfähig, blieben es aber nur bis 1860.

Der Bau des Kabels weicht von früheren dadurch ab, dass an Stelle eines einfachen als Leiter dienenden Kupferdrahtes, eine aus vier schwächeren gebildete Litze angewandt wurde. Bei dem starken Zuge, der bei der Legung des Kabels in grosse Tiefen unvermeidlich auch auf den Leiter wirken musste, war, wenn derselbe aus einem einfachen Kupferdrahte gebildet wurde, zu befürchten, dass trotz der beträchtlichen Dehnbarkeit des Metalls ein Bruch eintreten könne; die Verseilung von 4 schwächeren Drähten bot dagegen eine wesentlich grössere Sicherheit für die Erhaltung der Leitung. Der Eisenschutz des Seekabels bestand aus 18 dünnen, der der Küstenenden aus 12 starken Drähten. Das Kilometer des ersteren wog 1360 kg und die Bruchfestigkeit desselben betrug 8130 kg.

Im Anschluss an dieses für die weitere Entwickelung der unterseeischen Telegraphie so bedeutende Gelingen der Legung des ersten Tiefseekabels, führte die Mediterranean Extension Telegraph Company noch im November desselben Jahres die Legung eines einadrigen Anschlusskabels, welches sich vom Cap S. Elia östlich Cagliari nach der St. Georgs Bay nördlich von la Valette auf Malta und von da nach der St. Cordo Bai auf Corfu in einer Länge von über 1200 Kilometern ausdehnte und im December 1857 betriebsfähig war. Das hier verwendete bei Newall & Co. gemachte Kabel ist in Fig. 247 und 248 dargestellt, deren erstere den Querschnitt des See-, deren letztere denjenigen des Küstenkabels zeigt. Die Legung, welche wiederum zum Theil sehr bedeutende Tiefen überschritt, wurde durch die vom Blazer geschleppte Elba ausgeführt.

Fig. 247.

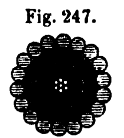


Fig. 248.



VIII. **Das atlantische Kabel 1857 bis 1858.** Bereits während der ersten Zeit der Entwickelung der unterseeischen Leitungen tauchte der Plan auf, die telegraphische Verbindung zwischen der alten und der neuen Welt herzustellen. Der Amerikaner Cyrus W. Field war es, der demselben greifbare Gestalt gab, und der die Ausführung des grossartigen Werkes zuerst in die Hand nahm. Seiner bewundernswerthen Energie und Ausdauer gelang es, alle im Wege stehenden Hindernisse zu überwinden und trotz der bedeutenden Misserfolge, welche die ersten Versuche ergaben, aller Verluste und Opfer, welche die ersten missglückten Legungen kosteten, das riesenhafte Unternehmen erfolgreich durchzuführen. Es ist hier nicht der Ort, auf die Vorgänge der Entwickelung der grossen Unternehmung näher einzugehen, es kann vielmehr nur die Absicht sein, die wesentlichen Fortschritte im Bau der

unterseeischen Leitungen, welche dabei gemacht wurden, hervorzuheben, aber die Bedeutung der transoceanischen Verbindung macht es zur Würdigung des Erfolges unerlässlich, die Betrachtung dieser Fortschritte, soweit sie namentlich die ersten Stufen der Entwickelung umfassen, an einige Züge aus der Geschichte der Unternehmung anzuschliessen.

Am 10. März 1854 gründete Field im Verein mit Peter Cooper, Moses Taylor, C. White, M. O. Roberts und seinem Bruder Dudley Field die New York-, Newfoundland- and London Telegraph Company. Er hatte, nachdem er den Plan gefasst, den atlantischen Ocean mit einer unterseeischen Leitung zu überspannen, zunächst den erfahrenen See-Lieutenant Maury wegen der zu überschreitenden Meerestiefen befragt, und sich wegen der elektrischen Betriebsfähigkeit einer Leitung von solcher Länge Professor Morses Meinung eingeholt. Beide hatten sich mit dem Plane bereits selbst beschäftigt und gaben die Versicherung ab, dass derselbe nach ihrer Meinung durchaus ausführbar sei. Auf Fields Anregung wurden hierauf im Sommer 1856 durch Lieutenant Berryman am Bord des amerikanischen Schiffes „Arctic“ zwischen Neufundland und Irland im atlantischen Ocean Sondirungen vorgenommen, welche Maury's Zuversicht bestätigten. Das von ihm mit dem Namen des Telegraphen-Plateaus bezeichnete Gebiet bildet eine zwischen dem irischen Küstenabfall und dem nördlichen Theile der Neufundlandbank gelegene sandige, im Durchschnitt 3500, im Maximum 4400 m unter dem Meeresspiegel liegende Ebene, ohne schroffe Abhänge und Untiefen, wie sie in anderen Theilen der Weltmeere vorkommen, und bietet in der That eine sehr geeignete Stelle für die Versenkung von unterseeischen Leitungen.

Nach einem missglückten Versuche gelang es zunächst Field im Juli 1856 mit einem von Küper & Co. in England gefertigten und von Canning durch die Meerenge des St. Lorenzbusens gelegten Kabel Nova Scotia mit Neufundland zu verbinden. Unmittelbar nachdem dies geschehen, begab er sich nach England und gründete dort Anfangs November, nachdem die englische Regierung ihm wesentliche Concessionen vorher bereitwilligst gemacht hatte, im Vereine mit Brett, Bright, Whitehouse, und Statham die Atlantic Telegraph Company. Im Monate vorher war bereits der Versuch gemacht worden, durch einen isolirten Leitungsdraht der erforderlichen Länge zu telegraphiren. Die Magnetic Company hatte zu diesem Zwecke ihre unterirdischen Drähte zur Verfügung gestellt, und es war mit Erfolg auf 3200 Kilometer Entfernung durch dieselben gesprochen worden. Zur selben Zeit wurden an einer grossen Anzahl bei Glass, Elliot & Co. gefertigten Kabelproben Reissversuche angestellt, welche bezweckten, ein möglichst haltbares und dabei thunlichst leichtes Kabel zu ermitteln. Ueber die Gründe, welche



bei der Wahl der Abmessungen des Leiters und der Isolationshülle des ersten atlantischen Kabels massgebend und bestimmend waren, ist leider nichts Näheres bekannt. Man kam zu dem Schlusse, dem Seekabel den in Fig. 249 dargestellten Querschnitt zu geben, während das Uferende die in Fig. 250 abgebildeten Abmessungen erhielt. R. A. Glass und S. Canning werden als diejenigen angegeben, welche hauptsächlich den Bau des Kabels bestimmten.

Fig. 249.

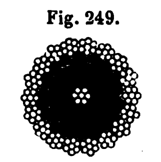
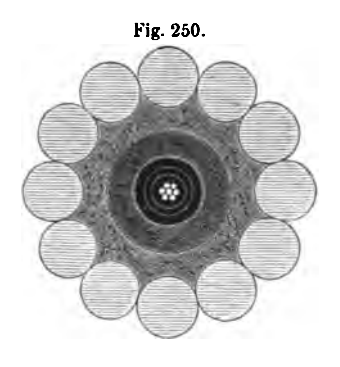


Fig. 250.



Der Leiter desselben wurde von einer aus 7 je 0,76 mm starken Kupferdrähten gesponnenen Litze gebildet, welche mit Guttapercha in 3 Lagen zu einem Durchmesser von 9 mm, ohne zwischenliegende Lagen eines Bindemittels, umpresst war. Beim Seekabel war diese Ader mit einer, in Theer- und Pechmischung getränkten, fünffädigen Juteumhüllung umgeben, welche mit einem aus 18 Litzen bestehenden, zu einem Seil um dieselbe gesponnenen Eisenschutz versehen war. Jede dieser Litzen bestand aus 7 je 0,76 mm starken Drähten des besten Holzkohlen-Eisens. Man hatte ursprünglich die Absicht, Stahldrähte zu verwenden, gab dies aber, da zu befürchten stand, dass so grosse Mengen davon nicht zeitig genug angefertigt und geliefert werden könnten, wieder auf. Das Seekabel hatte einen Durchmesser von 16 mm und eine Bruchfestigkeit von 3300 kg, dasselbe war nach seiner Fertigstellung durch eine Schutz gegen den Rost bietende Theer- und Pechmischung gezogen. Es betrug das Gewicht:

der Eisendrähte	474	kg für das Kilometer
der Jute	63	„ „ „ „
der Guttapercha	67	„ „ „ „
des Kupfers	26	„ „ „ „
des Theers	2	„ „ „ „
des fertigen Seekabels . .	632	kg für das Kilometer.

Das Gewicht des Seekabels im Wasser betrug 367 kg für das Kilometer.

Das Uferkabel war mit einer doppelten Faserbespinnung versehen und mit 12 je 7,5 mm starken Eisenschutzdrähten überseilt.

Die Gesammtlänge der Ader dieses Kabels wurde von der Guttapercha-Company in London angefertigt, während die eine Hälfte derselben bei Newall & Co. in Birkenhead, die andere bei Glass, Elliot & Co.

in East-Greenwich vom Februar bis Ende Juni 1857 mit der Schutzhülle umsponnen wurde. Durch die Theilung dieser Arbeit wurde der Fehler möglich, dass die eine Hälfte der Kabelumseilung einen der anderen entgegengesetzten Drall erhielt.

Die elektrische Prüfung des Kabels lag hauptsächlich W. Whitehouse ob. Die Ader des Kabels wurde, ehe dieselbe besponnen wurde, unter Wasser geprüft, dagegen konnte es der genannte Elektrotechniker nicht durchsetzen, dass dann auch das fertige Kabel unter Wasser nochmals versucht wurde. Man scheute nicht nur die Kosten, sondern befürchtete namentlich, diese Messungen würden durch das wiederholte Nasswerden des Kabels Veranlassung zum Durchrosten der ausserordentlich dünnen Eisendrähte geben, wodurch schwache Stellen im Kabel erzeugt werden könnten. Das sorgsame Hüten des Kabels vor Feuchtigkeit war aber gerade der Grund zu seinem Verderbe. Denn es blieb an beiden genannten Orten nach der Fertigstellung der unmittelbaren Einwirkung der Sonnenwärme ausgesetzt, wodurch eine stellenweise Erweichung der Guttapercha und hiermit beträchtliche Beschädigungen der Ader eintraten.

Die Entfernung der beiden Endpunkte, zwischen welchen das Kabel gelegt werden sollte, betrug in der Luftlinie gemessen 2640 Kilometer und man schätzte die Länge der zu legenden Strecke auf etwa 3000 Kilometer. Hierfür wurden im Ganzen etwa 4000 Kilometer Kabel angefertigt.

Bei der Entscheidung der Frage, welcher Schiffe man sich zur Legung bedienen sollte, musste sich in erster Linie die Aufmerksamkeit auf das Riesenschiff „Leviathan“, später „Great Eeastern“ genannt, lenken. Aber da dasselbe noch nicht erprobt worden war, wurde beschlossen zwei andere Schiffe, nämlich das englische „Agamemnon“ und das amerikanische „Niagara“ zu benutzen. Ursprünglich sollten diese mit je einer Hälfte des Taues am Bord von der Mitte des Oceans aus die Legung nach beiden Seiten hin beginnen, in letzter Stunde aber beschloss man den Niagara von der irischen Küste aus die Legung beginnen zu lassen, während der Agamemnon dieselbe fortsetzen sollte. Das Kabel wurde am Bord des Agamemnon in einem einzigen Ringe von etwa 4 m Höhe und 14 m Durchmesser aufgestapelt, während es am Bord des Niagara in fünf flacheren und geringere Durchmesser habenden Ringen lag.

Von dem westlichsten Hafenplatze der irischen Küste, von Valentia, in der Grafschaft Kerry, aus wurde am 5. August 1857 das Uferende ins Meer versenkt und die Legung des Seekabels am 7. begonnen. Aber schon am 11. desselben Monats, als bereits 610 Kilometer Kabel glücklich ausgelegt waren und das Schiff sich in einer Entfernung von 520 Kilometern vom Lande befand, riss das Kabel in einer Meerestiefe



von 3660 Metern. Der bleibende Vorrath reichte nicht mehr aus, um nochmals von der irischen Küste aus die Legung zu beginnen, es musste daher, da geeignete Hebevorrichtungen zum Wiederaufnehmen des Kabels aus jener bedeutenden Tiefe nicht vorhanden waren, das Unternehmen zunächst aufgegeben werden. Die Schiffe kehrten nach England zurück, wo die Directoren der Gesellschaft beschlossen, die Legung bis zum nächsten Jahre zu vertagen.

Inzwischen wurde ein beträchtliche Länge neues Kabel angefertigt, so dass mit Einschluss des in geringerer Meerestiefe wieder aufgenommenen Uferkabels etwa 4770 Kilometer Kabel, oder etwa 40% Ueberschuss über die zu legende Länge, vorhanden waren, während man bei der früheren Legung nur 30% Ueberschuss gehabt hatte. Nachdem die Dienste derselben beiden Schiffe wieder gewonnen worden waren, begannen die Versuche, die Enden der am Bord beider Auslegungsfahrzeuge befindlichen Kabel auf hoher See zu spleissen, da man die Legung diesesmal von der Mitte des Oceans aus beginnen wollte. Die im Canal und im Biscaischen Meerbusen ausgeführten Proben erwiesen sich als zufriedenstellende und man schritt daher zur Ausführung der Legung.

Nach heftigen Stürmen, welche sie zu überstehen hatten, langten die Schiffe am Vereinigungspunkte an und versuchten es am 26. Juni 1858 das erste Mal, die Verbindungsstelle zu machen und die Legung zu beginnen. Nach einem missglückten Versuche gelang es, den Spleiss herzustellen, und die Schiffe entfernten sich von einander. Sie mussten aber, nachdem 149 Kilometer Kabel glücklich ausgelegt waren, die Legung aufgeben, da sich ein Fehler in der Leitung zeigte und das Kabel beim Aufnehmen aus der Meerestiefe riss. Am 28. wurde der dritte und letzte Spleiss gemacht und wiederum mit der Legung begonnen. Aber abermals als beide Schiffe etwa 476 Kilometer ausgelegt hatten, trat eine Unterbrechung der Leitungsfähigkeit des Kabels ein. Als dann der Agamemnon die Fahrgeschwindigkeit verringerte, riss das Kabel plötzlich während ruhigen Wetters und unter keiner aussergewöhnlichen Beanspruchung, ohne irgend welche Ursache des Bruches erkennen zu lassen. Der Zug im Kabel betrug als es riss nicht mehr als 1/3 seiner Festigkeit.

Trotz dieser in jeder Beziehung entmuthigenden Ergebnisse wurde, nachdem der Agamemnon nach England zurückgekehrt war, beschlossen, die Legung noch einmal zu versuchen, und am 28. Juli desselben Jahres trafen die Schiffe abermals in der Mitte des Oceans zusammen. Am folgenden Tage wurde der Spleiss gemacht, am 30. waren bereits 453, am 31. 1046, am 1. August 1619, am 2. 2259, am 3. 2882, am 4. 3424, am 5. endlich die ganze Länge des Kabels von 3745 Kilometern, mit durchschnittlich 537 Km. f. d. Tag, auf eine Entfernung der beiden Endpunkte

(mit dem von den Schiffen zurückgelegten Wege gemessen) von 3143 Kilometern ausgelegt. Der Agamemnon ankerte in der Dowlas Bai bei Valentia in Irland und verband das Seekabel mit dem Uferende, während am selben Tage der Niagara in der Trinity Bai auf Neufundland ankam und kurz nach seinem Eintreffen die Nachricht durch den atlantischen Ocean erhielt, dass in dem Augenblicke der Agamemnon sein Kabelende glücklich gelandet habe.

So war denn das grosse Werk nach vielen vergeblichen Versuchen endlich glücklich gelungen! Am 7. August las man in den „Times“ Field's erstes Telegramm aus Amerika. Aus nicht ganz aufgeklärten Gründen, wahrscheinlich weil die Aufstellung der Apparate und die Sprechversuche nicht zeitiger beendet werden konnten, dauerte es bis zum 10. ehe die regelmässige Beförderung von Telegrammen begann. Obwohl von da an die Isolation des Kabels sich von Tag zu Tag verschlechterte, wurden in der Zeit bis zum 1. September, also in 23 Tagen, doch 271 Telegramme mit 2885 Worten bezw. 13968 Buchstaben durch das Kabel gewechselt, bis mitten in einem Telegramme bei dem bedeutungsvollen Worte „forward“ das Kabel abermals versagte, um nicht wieder betriebsfähig zu werden. Die Geschwindigkeit, mit welcher gesprochen werden konnte, war durchschnittlich etwa 90 Worte in der Stunde gewesen, und wenn auch dies Ergebniss keineswegs als vollkommen befriedigend betrachtet werden konnte, so war doch die grosse Aufgabe praktisch gelöst und der Beweis erbracht worden, dass es bei weiterer Vervollkommnung der Technik sehr wohl möglich sein werde eine dauernde telegraphische Verbindung zwischen Europa und Amerika herzustellen und zu unterhalten.

Das Kabel hatte bereits einen Tag lang den Dienst versagt, als in New York das städtische Fest zu Ehren der gelungenen Unternehmung veranstaltet wurde, bei welchem Field's Verdienste gebührend gewürdigt wurden. In Erwiederung der an ihn gehaltenen Ansprache, wies er bescheiden darauf hin, wie nicht einem Manne allein die Welt die Vollendung des Werkes danke, und nannte dabei die stattliche Reihe von Namen aller der Männer, welche in hervorragender Weise dabei mitgewirkt hatten. Neben den Mitbegründern der Gesellschaften unter denen er seinen Bruder Dudley in erster Reihe erwähnte, hob er die liberale Unterstützung der englischen und amerikanischen Regierungen hervor, diejenige der Gelehrten, welche das Werk hatten gelingen lassen, wobei er Maury, Morse, Faraday, Bache und W. Thomson nannte, die Mitwirkung der Seeleute Preedy, Dayman, Aldham, Otter, Wainwright, Nodall, Hudson, Sands und Berryman, ferner die Hülfe der Ingenieure W. E. Everett, Woodhouse, Canning, Appold, J. Field, Penn, Lloyd endlich die seiner Londoner Freunde C. M. Lampson, G. Peabody und J. S. Morgan.



Auf dem Agamemnon, den Capitain Preedy führte, waren während der Legung Ch. T. Bright, S. Canning, H. Clifford und W. Thomson anwesend, auf dem Niagara, welcher von Capitain Hudson geführt wurde, leiteten W. E. Everett und Woodhouse die Arbeiten.

Die Auslegemaschine, welche am Bord des Agamemnon bei der Legung des ersten transatlantischen Kabels benutzt wurde und aus diesem Grunde Beachtung verdient, ist in dem Berichte der weiter unten S. 247 erwähnten Kommission abgebildet und beschrieben, Schellen hat diese Beschreibung in seinem 1867 in Braunschweig erschienenen Werke, Das atlantische Kabel, ausführlich wiedergegeben. Es ist dies ein Buch, welches eine Fülle von interessanten Mittheilungen über die Einzelnheiten der ersten atlantischen Kabellegungen enthält. Die Auslegmaschine bestand im Wesentlichen aus zwei mit je vier Nuthen am Umfange versehenen, etwa 1,7 m im Durchmesser haltenden Rollen, über welche das vom Schiffsraume kommende Kabel, abwechselnd von einer zur anderen Rolle hin- und hergeführt, geleitet war, worauf es von der letzten Nuthe, nachdem es ein dem oben beschriebenen Dynamometer ähnlichen Zugmesser durchlaufen hatte, zu der am Achter des Schiffes angebrachten Auslegerolle gelangte. Auf jeder Axe der beiden Rollen, welche durch ein Rädergetriebe von einer Dampfmaschine in Bewegung versetzt wurden, waren je zwei Bremsscheiben von etwa 1,3 m Durchmesser und 0,25 m Breite fest, welche von Holzkloben umfasst wurden, die gegen ihren Umfang angedrückt werden konnten. Diese Bremsscheiben liefen in Wasser. Die Vorrichtung, mittels welcher die Holzkloben mehr oder weniger angepresst werden konnten, war von dem Kraftmesser aus lenkbar.

Obwohl das Kabel den Dienst versagt hatte, scheint es doch durchaus nicht etwa vollständig unterbrochen oder zerrissen gewesen zu sein, denn es wurden mittels Thomson's empfindlichen Galvanometers später noch, bis zuletzt am 20. Oktober 1858 einzelne durch das Kabel gesandte Worte gelesen. Das Thomson'sche Instrument verdankte seine Entstehung dem transatlantischen Unternehmen und hatte zu seinem Gelingen wesentlich mit geholfen. Denn ohne dasselbe wäre es mindestens fraglich gewesen, ob mittels der damals zu Gebote stehenden Empfangsapparate durch das lange Kabel Zeichen hätten befördert werden können, und wenn, ob dieselben die Herstellung eines förderlichen telegraphischen Verkehrs mit Amerika ermöglicht hätten.

Die Directoren kamen sofort nach dem Misslingen der Unternehmung um eine neue Concession bei der englischen Regierung ein, und zwar stützten sie ihr Gesuch hauptsächlich auf die Thatsache, dass die Regierung selbst aus der transatlantischen Verbindung die grössten Vortheile gezogen hatte. Während der Revolution in Indien waren Truppen

von Canada nach dort befohlen worden, als sich aber ihre Abschickung später als nicht nöthig erwies, war man mit Hülfe des transatlantischen Telegraphen im Stande gewesen den Gegenbefehl zeitig genug zu geben, um eine Ausgabe von 800 000 bis 1 Million Mark zu sparen. Trotzdem man ihr diese Thatsache wieder vorführte, wollte die engliche Regierung keine bedingungslose Bürgschaft leisten, und es dauerte in Folge dessen lange, bis das Kapital zu einem neuen Unternehmen aufgebracht werden konnte.

IX. Das **Rothe Meer-Kabel,** welches die unterseeische Verbindung mit Ostindien herstellen sollte, wurde 1859 in Angriff genommen. Die Unternehmung war aber in ihrem Verlaufe nicht glücklich, denn binnen Jahresfrist trat bereits eine Unterbrechung der von der Südspitze Arabiens aus nach Vorderindien gelegten Theilstrecke ein, und das Kabel konnte nur kurze Zeit im Betriebe erhalten werden. Gleichwohl nimmt es doch als erste unterseeische Verbindung beträchtlicher Länge, auf welcher ein erfolgreicher und versprechender telegraphischer Betrieb hergestellt wurde, und durch die Erfahrungen, welche mit den für dasselbe angewandten Prüfungsmethoden und Betriebsapparaten erlangt wurden, einen wichtigen Platz im Fortschritte dieser Unternehmungen ein. Newall & Co. waren die Verfertiger des Taues, welches eine siebendrähtige 3 mm starke Kupferlitze enthielt, die mit Guttapercha zu einem Durchmesser von 7,5 mm umpresst war und durch 9 (?) je 5 mm starke Eisendrähte geschützt wurde. Der äussere Durchmesser des Kabels war 20 (?) mm. Es wurde auf den Strecken: Suez-Kosseir (472 km 5. Mai 1859), Kosseir-Suakin (878 km 17. Mai 1859), Suakin-Aden (1166 km 28. Mai 1859), Aden-Hallani (1330 km 12. Februar 1860), Hallani-Maskat (900 km 30. Januar 1860), Maskat-Kurrachee (891 km 17. Januar 1860) gelegt. Als Elektrotechniker hatten Siemens & Halske die Leitung der Unternehmung in den Händen. Es wurden hier zuerst systematische und zuverlässige Prüfungen des Kabels vor, während und nach der Einsenkung, unter zu Grunde Legung der Siemens'schen Einheit als Widerstandsmaass, eingeführt. Diese Prüfungen erstreckten sich zunächst darauf, den elektrischen Zustand des Kabels am Bord des Legungsschiffes mit den nach der Vollendung der Fabrikation genommenen Messungen zu vergleichen und während der Legung fortlaufend zu überwachen. Es wurde sowohl der Widerstand des Leiters als auch der Guttaperchaumhüllung während der Legung in kurzen Zwischenräumen fortlaufend, abwechselnd vom Ufer und vom Schiffe aus, gemessen. Die hierzu erforderlichen Umschaltungen der Leitungen und Instrumente besorgte eine Kontakteinrichtung, welche von einem Uhrwerke in Thätigkeit gesetzt wurde. Der Bericht der englischen Commission (1861) enthält die interessanten Ergebnisse der nach Werner

Siemens Methoden vorgenommenen Messungen. Der Betrieb der Leitung erfolgte durch Wechselströme, und es waren polarisirte Empfangsapparate (Schwarzschreiber) mit Translationseinrichtung und Entladungscontacten besonders zu dem Zwecke construirt worden, mit denen in den Theilstrecken eine Geschwindigkeit von 10, in der Gesammtstrecke eine solche von 6 Worten in der Minute erzielt wurde.

X. **Die atlantischen Kabel 1865 bis 1866.** Während man bemüht war für ein neues atlantisches Kabel das erforderliche Kapital aufzubringen, trat eine Commission, welche von den Lords of the Committee of Privy Council for Trade und der Atlantic Telegraph Company gemeinsam gebildet worden war, unter dem Vorsitze von Douglas Galton zusammen, um vorerst die Frage der Construction eines unterseeischen Kabels eingehend zu studiren. Dieselbe hatte C. Wheatstone, W. Fairbairn, G. P. Bidder, E. Clark, C. E. Varley, L. Clark und G. Saward zu Mitgliedern, letztere vier genannten waren Seitens der Atlantic Company berufen worden. Diese Commission, welche ihre Sitzungen im December 1859 begann und bis zum 4. September 1860 fortsetzte, zog eine grosse Anzahl von Gelehrten und Technikern zu Rathe, man kann wohl sagen, sie hörte alle, welche sich irgendwie nennenswerth mit der Sache beschäftigt hatten. Hier mögen ausser den bei der ersten Kabellegung Betheiligten, bereits Erwähnten, noch genannt werden: Th. Allen, J. Chatterton, Hughes, Jenkin, Longridge, Preece, Shaffner, C. W. Siemens, Silver, Wiloughby Smith, Walker und Wray. Es fand eine mündliche Besprechung der Frage statt, in welcher gegen 5000 Aussagen zu Protokoll genommen wurden. Im Weiteren empfing die Commission zahlreiche werthvolle Ausarbeitungen, so diejenigen Clark's Prof. Matthiessen's, Miller's, Dr. Wr. und C. W. Siemens', Chatterton's und Willoughby Smith's, die Arbeiten von Gisborne, Forde und Siemens, Siemens und Halske, Fleeming Jenkin, Bright u. A. m. und stellte schliesslich in einem Berichte[1]) das gewonnene bedeutende Material zusammen. Die Schlüsse, welche die Commission aus ihren Berathungen zog, gipfelten in der Meinung: „dass sie die Ueberzeugung erlangt hätte, dass wenn bei der Construction, der Herstellung und dem Legen atlantischer Kabel die Grundsätze gehörig gewürdigt würden, welche in diesem Berichte dargelegt seien, diese Unternehmungen sich ebenso erfolgreich zeigen würden, wie sie bisher unglücklich gewesen wären, und dass ferner jene Misserfolge hätten verhindert werden können, wenn entsprechende vorhergehende Untersuchungen gemacht worden wären.“

---

[1]) Report of the Joint Committee appointed by the Lords of the Committee of Privy Council for Trade and the Atlantic Telegraph Company to inquire into the Construction of Submarine Telegraph Cables. London 1861. Blaubuch der englischen Regierung.

Durch das gemeinsame Wirken aller betheiligten Kräfte waren die technischen Seiten der Unternehmung vollkommen durchgearbeitet worden und sowohl die Construction für ein neues Kabel, als auch die Bedingungen für dessen Legung, dem Standpunkte der Wissenschaft entsprechend, festgelegt worden. Es dauerte jedoch, der Schwierigkeiten wegen, welche die Finanziirung des grossen Werkes bereitete, bis zum Jahre 1865 ehe an die Ausführung desselben von Neuem geschritten werden konnte.

Nachdem 1864 die Firma Glass, Elliot & Co. mit der Guttapercha Company zur Telegraph Construction and Maintenance Company vereinigt worden war, begann die Herstellung eines neuen 4260 Km. langen Kabels, welche am 10. Juni 1865 beendet werden sollte.

Das Kabel hatte die folgende Construction erhalten: Den Leiter bildete eine siebendrähtige Kupferlitze aus je 1,2 mm starken Drähten, welche mit Chatterton's Compound zusammengesponnen waren, dieselbe hatte 3,6 mm Durchmesser und war von vier durch Chatterton's Compound getrennte Guttaperchalagen bis zu einem Durchmesser von 11,8 mm umpresst. Diese Ader war in ungetheertes Jutegarn eingeschlossen und um dieses eine Schutzhülle von 10 Litzen geseilt. Jede dieser Litzen enthielt einen 2,4 mm starken Webster & Horsfall'schen unverzinkten sogen. homogenen, d. h. stahlähnlichen Eisendraht der 386 bis 500 kg Festigkeit haben musste und mit einer in Compound-Mischung getränkten 5fädigen Manillahanf-Umspinnung umgeben war. Das letztere Material sollte einerseits das specifische Gewicht des Kabels verringern, es im Wasser leichter machen, andererseits die Bruchfestigkeit desselben erhöhen[2]).

Der Querschnitt des atlantischen Seekabels von 1865, dessen Durchmesser 28 mm betrug, ist in Fig. 251[3]) abgebildet, während Fig. 252 das Uferende darstellt, welches mit einer zweiten Hanflage und einer aus 12 Litzen gebildeten Eisenhülle umgeben war. Diese Litzen bestanden aus je drei verzinkten 6 mm starken Eisendrähten. Der Durchmesser des Uferendes betrug 62 mm, das Gewicht desselben gegen 11000 kg f. d. km. Das Seekabel hatte eine Bruchfestigkeit von 7875 kg, und

[2]) Diese Bauart des Tiefseekabels war von der Telegraph Construction and Maintenance Co. zuerst 1860 für ein zwischen Frankreich und Algier gelegtes Kabel mit Vortheil angewendet worden. Die etwa 9 mm starke, aus vier Lagen bestehende Guttaperchahülle schloss eine 2 mm starke aus 7 Drähten gebildete Kupferlitze ein; dieselbe war mit einer Jutebespinnung umgeben und mit 10 Stahldrähten von 2 mm Durchmesser, welche jeder einzeln mit Manillahanf umsponnen war, umseilt. Der Durchmesser des Kabels war 22 mm und ein Kilometer desselben wog in der Luft 620, im Wasser 308 Kilogramm.

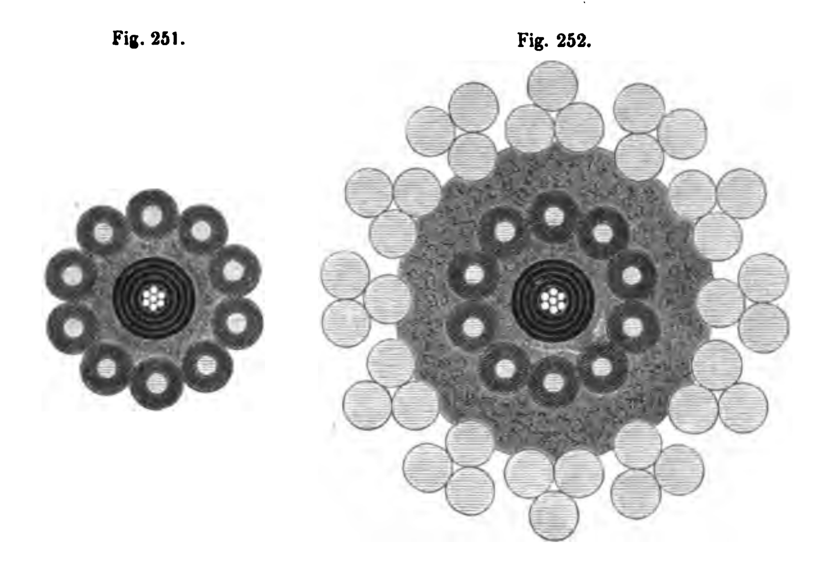
[3]) Zu den Figuren 251 und 252 ist zu bemerken, dass die Kreise, welche die Manillahanfumspinnung andeuten, kein vollständig richtiges Bild des Querschnittes bieten, der kein vollkommener Kreis ist, sondern sich nach Art Fig. 255 darstellt.



es wog ein Kilometer desselben in der Luft 982 kg, im Wasser 384 kg. Das Kabel enthielt dabei in derselben Länge 98 kg Guttapercha und 73,5 kg Kupfer. Die vertragsmässige Tragfähigkeit des Kabels war das 20 fache Gewicht eines Kilometers im Wasser gewogenen Kabels, mit anderen Worten musste sich das Kabel noch in 20 km Tiefe des Meeres, senkrecht herunterhängend gedacht, selbst tragen.

Nach Clark & Sabine's Mittheilungen hätte das Kabel nach der Legung einen Leitungswiderstand von 2,23 S. E., einen Widerstand der

Fig. 251. Fig. 252.



Isolationshülle von 5454 Millionen S. E. f. d. km gehabt, während die Ladungskapacität einer gleichen Länge 0,19 Microfarads betrug.

Versuche, welche vor der Legung mit einer Länge von etwa 2500 Kilometern Kabel gemacht wurden, ergaben eine Sprechgeschwindigkeit von 4 bis 6 Worten in der Minute, es durfte daher für das Kabel, wenn es erst geradlinig ausgelegt und nicht mehr aufgerollt war, ein erheblich günstigeres Ergebniss erwartet werden, als mit dem früheren erzielt worden war.

Aber auch abgesehen von der sich aus der vervollkommneten Construction ergebenden grösseren Leistungsfähigkeit des Kabels, — man hatte das beinahe 3 fache Kupfergewicht und das nahe $1^1/_2$ fache Guttaperchagewicht gewählt, — konnte man dem Unternehmen in elektrischer Beziehung im Allgemeinen mit mehr Vertrauen entgegensehen, denn die Prüfungsmethoden waren ganz wesentlich verbessert worden, und man hatte in der Reinigung der Guttapercha, sowie in der Herstellung der Isolationshülle wesentliche Fortschritte gemacht. Von grosser

Wichtigkeit war namentlich die Einführung der Prüfung der Isolation der Adern unter Wasser von 24° C. und der Umstand, dass Vorkehrungen getroffen waren, um das Kabel stets unter Wasser zu halten, eine Lagerung der Stücke der Ader oder des fertigen Kabels an der Luft aber ganz vermieden wurde. Nicht unerwähnt darf dabei bleiben, dass die Mischung, welche als Bindemittel zwischen den Guttaperchalagen diente, eine wesentliche Verbesserung der Ader bildete, indem sie dazu beitrug, die Möglichkeit des Vorhandenseins von Luft zwischen den einzelnen Guttaperchalagen auszuschliessen. Der Isolationswiderstand einer Rolle fertiger Ader (wahrscheinlich von 1852 m Länge) sollte bei 24° C. 150 Millionen S. E. nicht unterschreiten, es wurde indessen keine Ader hergestellt, bei welcher die Messung nicht das Doppelte ergeben hätte.

Zur Legung wurde der „Great Eastern" zu sehr günstigen Bedingungen herangezogen. In dem 211 m langen, 25 m breiten und 18 m tiefen Schiffe wurden 3 grosse 6 m tiefe eiserne Behälter, von denen einer 16, die anderen beiden 18 m Durchmesser hatten, angebracht, welche das Kabel aufnahmen. Die ausserordentliche Last desselben betrug ohne die 55 km langen Uferenden, welche auf dem Schiffe „Caroline" verladen wurden, über 4 Millionen Kilogramm, wozu noch ein Gewicht von 8,5 Millionen kg Kohlen, dasjenige der Maschinen, des Wassers, der Lebensmittel und endlich der Bemannung kam, so dass das Riesenschiff ein Gesammtlast von 14 Millionen kg auf den Ocean trug. Die Bemannung bestand aus etwa 500 Köpfen, von denen 115 Seeleute, 179 Heizer und Maschinisten, 120 Elektriker und Ingenieure waren.

Die von Canning und Clifford gebaute Auslegemaschine unterschied sich wesentlich von der früher angewendeten. Das Kabel ging nicht mehr in Form einer mehrfachen 8 über zwei Trommeln, sondern nur über eine solche. Diese Trommel von 1,8 m Durchmesser und 0,3 m Breite wurde viermal von dem Kabel umlaufen. Auf der Axe der Trommel waren zwei Appold'sche Bremsen angebracht, um das Kabel beim Hinabsinken in die Tiefe mit grosser Kraft festhalten zu können. Von den Behältern im Schiffskörper aus wurde das Kabel über Führungsrollen der Bremstrommel zugeleitet. Ehe es die letztere erreichte, ging es gradlinig zwischen einer Reihe von am Umfange tief eingenutheten Rollenpaaren hindurch. Diese Rollen konnten gebremst werden, so dass man auf das Kabel, ehe es zur Hauptbremstrommel gelangte, einen mehr oder weniger kräftigen Zug, der es auf letzterer straff zog, ausüben konnte. Vor der Bremstrommel war ein Führungsstück angebracht, welches das sich aufwickelnde Kabel leitete. Hinter derselben ging das Kabel über eine Führungsrolle und von da nach der aus dem Schiffe etwas vorspringend angebrachten Auslegungsrolle. In der Mitte zwischen



beiden letzteren Rollen war das Dynamometer angeordnet, von dessen Standpunkt aus man sowohl die Bremsen der Gleitrollen vor der Bremstrommel, als auch die mit letzterer verbundenen Hauptbremsen regieren konnte. Haupttrommel und Bremsen waren der Sicherheit halber doppelt vorhanden. Zum Aufwinden des Kabels aus der Tiefe war eine besondere Vorrichtung, getrennt von der Auslegemaschine, auf dem Schiffe angebracht.

Die Schiffe trafen am 19. Juli 1865 an der irischen Küste ein, von wo aus die Legung des Uferendes begann. Als diesseitiger Landungspunkt war die etwa 10 km von dem Hafen Kingstown auf Valentia gelegene Foilhommerum Bai nahe Bray Head gewählt worden, während das Kabel in Neufundland 70 km näher an Trinity Bai im Hafen von Heart's Content gelandet werden sollte, wo es schon innerhalb 10 km vom Lande eine Tiefe von 370 m erreichen und auf diese Weise wirksam gegen das dort gefährliche Grundeis geschützt werden konnte. Nachdem die „Caroline“ das Uferende gelegt hatte, wurde der Spleiss mit dem Tiefseekabel hergestellt, und die Legung begann am 23. desselben Monats. Die Schiffe „Terrible“ und „Sphinx“ begleiteten den Great Eastern. Am 24. als erst kaum 150 km Kabel ausgelegt waren, stellte sich bereits ein Fehler im Kabel ein, und es musste zu der schwierigen Arbeit des Wieder-Aufnehmens geschritten werden. Man fand, nachdem man etwa 18 km aufgenommen hatte, ein 5 cm langes scharf abgeschnittenes Drahtende vor, welches durch die Guttapercha vollkommen hindurch gedrungen war. Ein zweiter Fehler, der sich kurze Zeit darauf einstellte, bald aber wieder verschwand, gab zu der Vermuthung Anlass, dass am Uferende eine fehlerhafte Verbindung vorgenommen worden sei, und unterbrach die Legung nur auf eine geringe Dauer. Am 26. hatte der Great Eastern 333 km Wegs zurückgelegt und 355 km Kabel versenkt, am 27. wurden durchschnittlich in der Stunde 11 km Kabel ausgelegt, während die Meerestiefe 3660 m erreichte. Die Entfernung des Schiffes vom Lande betrug an diesem Tage 592 km, am folgenden Tage 881 km, und es waren an demselben bereits 983 km Kabel ausgelegt worden. Die Legung schien glücklich fortzuschreiten, als sich am 29. nachdem 1326 km Kabel versenkt worden waren, abermals ein Fehler einstellte, aber auch dieser wurde noch am selben Tage an Bord gebracht, und die Legung begann nach Entfernung der verletzten Stelle abermals. Am 31. waren 1478 km zurückgelegt und 1672 km Kabel gelegt, am 1. August 1756 und 2000 km. Am 2. August trat aber wiederum ein Fehler auf, dessen Ursache man in einem Drahtende vermuthete, welches beim Hinabgleiten des Kabels aus demselben hervorgesehen haben sollte. Es waren bereits 2196 km Kabel ausgelegt, als man aufzunehmen begann. Da die Maschinen eine Zeit

lang angehalten werden mussten und das Schiff mächtig abtrieb, riss das Kabel und sank in die grosse Tiefe von 3570 m hinab; trotz aller Bemühungen konnte es nicht wieder an die Oberfläche gebracht werden. Man begann das Aufnehmen und Heben des Kabels mit dem Grapnel-Anker, einem mit stumpfen Hörnern versehenen Anker, der an einem kräftigen Taue hängend den Meeresboden entlang über der Stelle, auf welcher man das Kabel vermuthete, hinweggeschleppt wurde. Man war auch wirklich so glücklich, am 8. August es zu fassen und bis in eine beträchtliche Höhe hoch zu heben, während des ersten Viertels der Hebung aber schon riss ein Kettenglied zwischen zwei Tauenden, an welchen die gewaltige Last hing, und das Kabel war abermals verloren. Noch einmal wurde dasselbe am 11. gefasst und gehoben, aber wiederum rissen die Taue, und die Rückreise der Schiffe musste angetreten, die Unternehmung abermals aufgegeben werden.

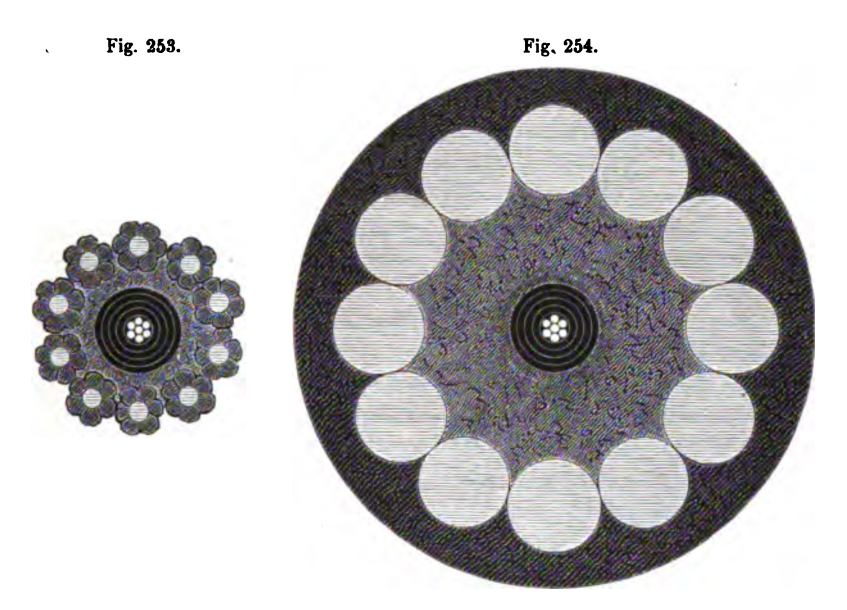
Der Bericht, (The Atlantic Telegraph, its history etc. from authentic sources, Bacon & Co. London 1866), dem die vorgehenden Mittheilungen entnommen sind, knüpft an die Wiederaufnahme des Unternehmens im folgenden Jahre die gewiss nicht ungerechtfertigte Bemerkung an, dass die Geschichte der verschiedenen Versuche die transatlantische Verbindung herzustellen, ein schlagendes Beispiel für das Vertrauen sei, welches das moderne Kapital zur Wissenschaft habe, denn abermals kam eine Gesellschaft, die nachmals sich so bedeutend entwickelnde Anglo-American Company zu Stande, welche die Ausführung des Unternehmens in die Hand nahm. Wiederum gehörte ihr Field an und war die treibende Feder. Etwa 3000 km Kabel sollten neu angefertigt und dem noch am Bord des Great Eastern befindlichen zugefügt werden. Die Construction und Herstellung lag in den nämlichen Händen wie früher. Am Bau der Ader nahm man keinerlei Veränderung vor. Auch der äussere Schutz des Kabels blieb im Wesentlichen derselbe, nur verwendete man verzinkte Eisendrähte, und vermied es, den dieselben umgebenden Hanf in Compound Mischung zu tränken. Das Kabel gewann dadurch das äussere Ansehen eines gewöhnlichen Seiles. Fig. 253 stellt den Querschnitt des Tiefseekabels dar, während in Fig. 254 das in der Construction wesentlich abweichende Uferende abgebildet ist. Im Letzteren erhielt die Ader eine kräftige Hanfhülle, eine ausserordentlich starke Umseilung mit 12 je 11 mm starken Eisendrähten und über dieser eine aus Jute und Compound bestehende gegen Rost schützende Bespinnung. Der Durchmesser des letzteren betrug 70 mm.

Die elektrischen Prüfungsmethoden hatten abermals bedeutende Fortschritte aufzuweisen, und man war, da man die Erfahrungen bei der vorigen Legung wohl zu Rathe gezogen und nach Art der bei dem Rothen Meer-Kabel vorgenommenen Prüfungen, Messungen eingeführt



hatte, welche eine ununterbrochene Controle über die Isolation des Kabels gestatteten, ganz berechtigt, dem Unternehmen ein besseres Gelingen zu prophezeien, da es jetzt nicht mehr möglich war, dass ein Fehler im Kabel soweit über Bord gelangen konnte als früher, wo man nur in halbstündigen Zwischenräumen die Isolation prüfte. Das Reissgewicht des Kabels war etwas grösser als früher; es trug das neue Kabel 22 km seines eigenen Gewichtes im Wasser. Die Gesammtlänge des verschifften Kabels überschritt diejenige des Vorjahres um 800 km und

Fig. 253. Fig. 254.



war am 15. Juni fertig gestellt worden. Die Auslegemaschine erhielt wesentliche Verbesserungen und wurde so eingerichtet, dass eine Umsteuerung stattfinden und das Kabel mit derselben auch aufgenommen werden konnte. Sie wurde mit zwei Dampfmaschinen von 70 Pferdekräften versehen. Eine starke Eisenconstruction wurde über der Schiffsschraube angeordnet, welche verhinderte, dass das Kabel der Schraube zu nahe kommen konnte. Ferner wurde eine Einrichtung getroffen, dass die beiden Schaufelräder des Riesenschiffs unabhängig von einander bewegt werden konnten. Es wurde hierdurch erreicht, dass die Richtung des Schiffes wirksamer gegen den Wind gehalten werden konnte, wenn nur eines der Räder getrieben wurde, überhaupt eine bedeutend bessere und raschere Lenkbarkeit des Fahrzeuges erzielt.

Die Legung des Kabels begann am 13. Juli 1866 wiederum von der Foilhommerum Bai aus und wurde ohne erheblichen Zwischenfall

am 27. desselben Monats, wo das Uferende bei Heart's Content gelandet wurde, beendet. Die Entfernung betrug, mit dem vom Schiffe zurückgelegten Wege gemessen, 2785 km, auf welche 3230 km Kabel ausgelegt worden waren.

Am 2. September gelang es dann auch, das vorigjährige Kabel zu heben und an den noch vorhandenen Kabelvorrath anzuspleissen. In 6 Tagen gelang es hierauf auch die zweite transatlantische Verbindung herzustellen. Der Spleiss lag etwa 150 km rückwärts vom Ende des 1865er Kabels, und es wurden von da aus auf einer Entfernung von 1122 km bis Heart's Content noch 1292 km Kabel ausgelegt. Dieses Kabel blieb dann mit einigen Unterbrechungen bis 1874 im Betriebe, das im Jahre 1866 neu gelegte Kabel dagegen blieb, — abgesehen von ähnlichen zeitweisen Störungen — bis Januar 1877 betriebsfähig.

Im Jahre 1878 wurden die Schiffe „Seine“ und „Calabria“ von der Anglo American Company ausgeschickt, um das Kabel von 1866 zu repariren. Dasselbe wurde an verschiedenen Stellen aufgenommen, aber die Eisendrähte der Schutzhülle fanden sich durch Oxydation so zerfressen, dass die Ingenieure es für unmöglch hielten die Wiederherstellung auszuführen.

Die Unternehmungen in den Jahren 1865 und 1866 kosteten je 12 Millionen Mark. Der Preis der Telegramme betrug zuerst 20 Mark für ein Wort, später 10 Mark. Die Sprechgeschwindigkeit war beispielsweise bei der Beförderung der 81 Worte enthaltenden Botschaft des amerikanischen Präsidenten an die Königin von England 7 Worte in der Minute. Die tägliche Einnahme betrug 16 bis 17000 Mark und der Reingewinn stieg bald auf 25%. Der ausserordentlich hohe Preis der Telegramme ist später bedeutend herabgesunken, denn 1877 kostete das Wort bereits 3,45, 1880 nur noch 0,90 Mark, Zahlen, welche einerseits von den gewaltigen Fortschritten dieser Verkehrsunternehmungen in der neueren Zeit Zeugniss ablegen, andererseits die ausserordentliche Concurrenz, welche sich nachmals in der Erweiterung der transoceanischen Linien geltend machte, deutlich vor Augen führen.

Die Erfolge des Jahres 1866 kennzeichnen einen bemerkenswerthen Abschluss in der Entwickelung der unterseeischen Leitungen. Nicht nur, dass zunächst die Construction der Unterseekabel abgeschlossen schien und die Erfahrungen, welche man bei der Legung gemacht hatte, die technischen Schwierigkeiten, welche oft an der Möglichkeit der Ausführung solcher Unternehmungen hatten Zweifel aufkommen lassen, als überwunden anzusehen waren, sondern auch die finanziell günstigen Ergebnisse der beiden gewonnenen Verbindungen zwischen der alten und neuen Welt, waren es, welche diese Unternehmung als Ausgangspunkt

für die ungemein rege Thätigkeit erscheinen lassen, welche sich in den folgenden Jahren auf diesem Gebiete geltend machte und bald das grossartige Netz der Verkehrswege entstehen liess, welches heute die Meere durchschneidet. Gleichwohl war, während das Werk auf dem atlantischen Ocean seiner Vollendung entgegen ging, auch an anderen Punkten der Erde rüstig weitergearbeitet worden, und es sind die Erfolge, welche diese anderwärts ausgeführten Linien dem Ganzen zubrachten, keineswegs zu unterschätzen.

Von den bis zum Jahre 1865 verlegten Kabeln deren Länge zu etwa 26 000 km anzunehmen ist, waren zu diesem Zeitpunkte noch 55 Kabel von nahezu 10000 km Länge im betriebsfähigen Zustande. Darunter ist das damals 14 Jahre im Betriebe befindliche Dover-Calais-Kabel in erster Reihe zu erwähnen. Ferner waren 5 Kabel 12 Jahre, zwei 10, je drei 9 und 8 Jahre u. s. w. im Verkehre. Während das 5632 km lange Rothe Meer- und Indien-Kabel Suez-Kosseir-Suakim-Hellania-Mascat-Kurrachee, welches 1859/60 gelegt worden war, nicht mehr arbeitete, denn einzelne Strecken desselben waren nur kurze Zeit, andere $1^1/_2$ bis 2 Jahre in Betrieb gewesen, waren von den Kabeln bedeutenderer Länge noch das 1861 von Glass, Elliot & Co. gelegte Kabel Malta-Tripolis-Bengazi-Alexandria, 2465 km, und das 1864 von W. T. Henley versenkte, 2333 km lange Persische Golf-Kabel in Thätigkeit. Ersteres, 21 mm starke Kabel hat eine 3 mm starke Kupferlitze als Leiter, welche mit drei Lagen Guttapercha zu einem Durchmesser von 7,7 mm umpresst war, und einen Schutz von 9 je 5 mm starken Eisendrähten und blieb bis 1872 im Betriebe; letzteres hatte einen massiven Kupferleiter von 2,8 mm Stärke, der mit 4 Lagen Guttapercha bis zu 10 mm Dicke umgeben war, und war bei einem äusseren Durchmesser von 40 mm mit 12 je 4,5 mm starken Eisendrähten und einer asphaltirten Schutzhülle umgeben.

b. Die Seekabel der neueren Zeit.

XI. **Der Ausbau des atlantischen Netzes** begann 1869 mit der Legung des von der Telegraph Construction and Maintenance Company gefertigten und gelegten im Besitze des Anglo-American Telegraph Company befindlichen Französisch-Atlantischen Kabels, welches Brest mit St. Pierre verbindet. An dies 4785 km lange Kabel schliesst sich ein 1387 km langes von St. Pierre nach Duxbury, Massachusetts an. Der Bau des Kabels weicht nur insofern von dem der früheren wesentlich ab, als man abermals die Kupferlitze stärker gewählt hatte. Der Durchmesser derselben betrug 4,3 mm, der der Guttapercha 11,9 mm. Das 29 mm starke Kabel hatte die folgenden Gewichte:

Kupfer	98	kg f. d. Kilometer
Guttapercha	98	„ „ „ „
Eisen	388	„ „ „ „
Hanf	56	„ „ „ „
Asphalt	266	„ „ „ „
Gesammtgewicht	906	kg f. d. Kilometer

(nach anderen Angaben 960 kg) in der Luft, im Wasser 384. Die Bruchfestigkeit des Kabels war 7493 kg. Ein Kilometer des Uferendes wog 11 200 kg. Nach Clark und Sabine's Mittheilungen war die Ladungskapacität des Kabels 0,24 Microfarads für das Kilometer, der Widerstand des Leiters nach der Legung 1,63 S. E., der der Isolationshülle, gleichfalls nach der Legung 9630 Millionen S. E. für das Kilometer. Die Legung erfolgte abermals mit dem Great Eastern, welchen Capitain Helpin führte. Sir William Canning und Sir James Anderson leiteten die Arbeiten, während dem elektrischen Theile Willoughby Smith vorstand. Am 21. Juni ging das Riesenschiff in See und beendete die Landung am 14. Juli, nachdem viermal Fehler im Kabel glücklich beseitigt worden waren.

Die nächsten Legungen erfolgten in den Jahren 1873 und 74, in welchen zwei Kabel wiederum zwischen Valentia und Heart's Content versenkt wurden, beide Kabel gehören der letztgenannten Gesellschaft, sind ersteres 3475, letzteres 3403 km lang und unterscheiden sich in der Bauart nicht wesentlich von den vorhergehenden. Sie sind ebenfalls von der Telegraph Construction and Maintenance Company angefertigt und gelegt worden.

In den Jahren 1874 und 1875 wurde, nachdem eine neue Kabelgesellschaft die Direct United States Cable Company gebildet worden war, ein neues von Siemens Brothers in London angefertigtes Kabel von der Ballinskellig Bai in Irland nach der Tor Bai auf Neufundland gelegt und von da nach Rye Beach in New Hampshire geführt. Dieses Kabel erhielt einen Leiter von wiederum wesentlich grösserem Durchmesser. Derselbe bestand aus einer Litze, welche aus einem stärkeren Mitteldrahte und 11 denselben umgebenden schwächeren Kupferdrähten gebildet wurde. Das Tiefseekabel ist in Fig. 255, die Querschnitte der verschiedenen Abtheilungen nach den Uferenden zu sind in Fig. 256 bis 260, die der beiden Uferenden selbst in Fig. 261 und 262 abgebildet.

Zur Legung dieses Kabels war ein besonderes Schiff, welches den Namen „Faraday" erhielt, erbaut worden, nächst dem Schiffe „Hooper" das erste, welches ganz für den besonderen Zweck der Kabellegung construirt und neu hergestellt worden war. Dasselbe erwies sich seiner Aufgabe in hervorragender Weise gewachsen, denn unter den schwie-

Fig. 255.

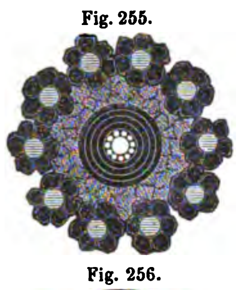




Fig. 262.

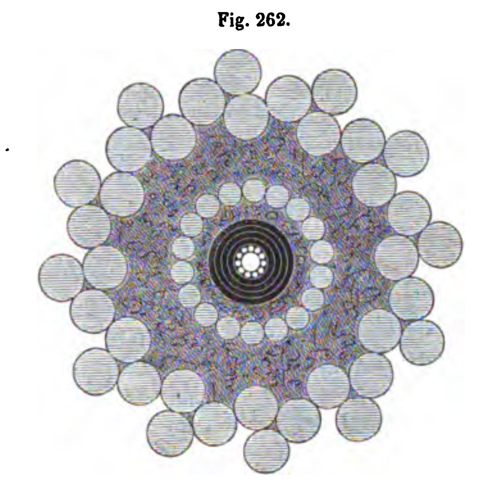


Fig. 256.

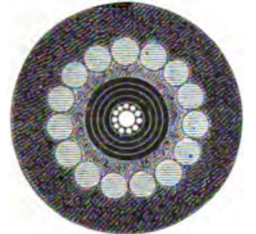


Fig. 257.

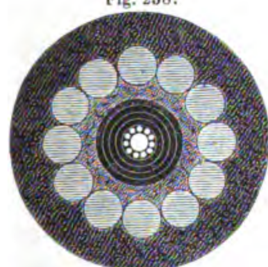


Fig. 261.

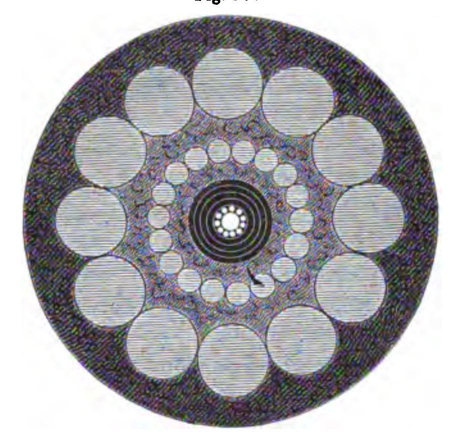


Fig. 258.

Fig. 260.

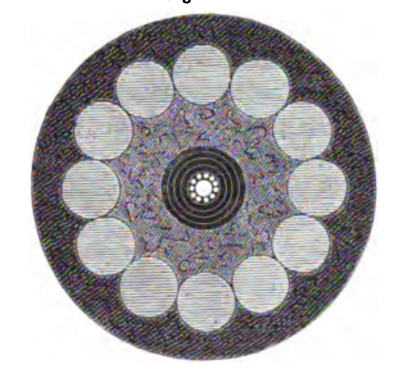
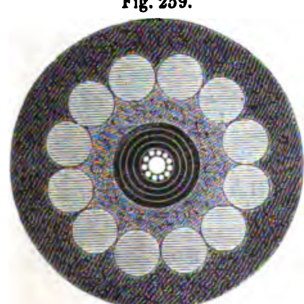


Fig. 259.



rigsten Verhältnissen, bei der ungünstigsten Jahreszeit und Witterung und trotz mannigfacher Unfälle, welche den regelmässigen Verlauf der Legungsarbeit unterbrachen, gelang es 1875 die Verbindung herzustellen, die sich sofort nach ihrer Betriebseröffnung in Betreff der Leistungsfähigkeit den älteren Kabeln gegenüber von so grossem Vorzuge erwies. In der That hat später, als alle anderen atlantischen Kabel unterbrochen waren, das Direct United States Kabel zeitweilig den gesammten telegraphischen Verkehr mit Amerika vermittelt, so wurden beispielsweise in 24 Stunden 891 Telegramme mittels desselben befördert. Der Preis der Telegramme auf dem Kabel war Ende 1880 M. 1,50 für ein Wort. Den guten Betriebsergebnissen zumeist ist es wohl zuzuschreiben, dass die Anglo-American Company die gefährliche Concurrentin in dem von ihr bis dahin allein beherrschten Gebiete mit aller Macht bekämpfte, und dass es ihr auch schliesslich mit den ausserordentlichen ihr zu Gebote stehenden Mitteln gelang, das Unternehmen zu erwerben und die werthvolle Linie mit ihrem Netze zu verschmelzen.

Noch sei hier erwähnt, dass gegenwärtig auf dem Direct United States Kabel mit Gegensprechen nach Muirhead's Einrichtuug gearbeitet wird, wodurch die Leistungsfähigkeit fast verdoppelt worden ist. Das Kabel versagte am 3. Januar 1879 zum ersten Male seit seiner Eröffnung am 27. September 1875. Nach der am 20. März erfolgten Wiederherstellung erwies sich, dass das Tau auf einer Felsenkante durchgescheuert worden war.

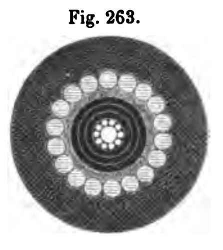
Nach der Erwerbung des Direct United States Kabel durch die Anglo-Company bildete sich von Neuem eine Gesellschaft, die Compagnie Française du Télégraphe de Paris à New-York, um ein neues Kabel zu legen und das Monopol der immer grösser und stärker werdenden englischen Gesellschaft zu durchbrechen. Ihr Kabel wurde von den Unternehmern Siemens Frères in Paris, welche es in der Siemens'schen Kabelfabrik zu New-Charlton bei London anfertigen liessen, im Jahre 1879 glücklich gelegt und konnte am 21. Januar 1880 dem Betriebe übergeben werden. Diese Linie besteht aus den folgenden Strecken Brest-St. Pierre, 4435 km, St. Pierre-Cap Cod, Massachusets, 1593 km, St. Pierre-Nova Scotia, 519 km, und die die Verbindung mit England herstellende Abtheilung Brest-Land's End, 256 km, im Ganzen aus 6800 km Kabel.

Die Bauart dieses atlantischen Kabels weicht abermals bedeutend von derjenigen der früheren Kabel ab, wie der Querschnitt des Tiefseekabels Fig. 263 zeigt. Während die Ader des Kabels ähnlich der früher verwendeten und nur mit dem Unterschiede hergestellt ist, dass man von der Umhüllung des Leiters mit 4 Lagen Guttapercha absah, und denselben mit nur drei concentrischen Isolationsschichten



umpresste, ist das System, den äusseren Schutz durch einzeln mit Manillahanf umsponnene Stahldrähte herzustellen, verlassen worden. Die Ader ist vielmehr mit in Chatterton's Compound behandelten, Manillahanf umgeben und mit blanken verzinkten Stahldrähten, welche aneinander anschliessen, umseilt. Diese Umseilung ist mit einer starken Hülle aus Asphalt und Manillahanf umgeben. Die Vortheile, welche diese Bauart zu bieten im Stande ist, liegen hauptsächlich darin, dass ein aus einfachen Drähten geseiltes Tau beim Auslegen weniger als ein solches, bei welchem die Schutzhülle aus Litzen besteht, das Bestreben hat Schleifen zu bilden, und dass das Kabel beim Aufheben aus grosser Tiefe durch den Grapnel Anker mehr Widerstand gegen die Beschädigungen des dasselbe fassenden Eisens leisten kann, in Folge dessen eine bedeutend grössere Sicherheit für ein glückliches Wieder-zur-Oberfläche-bringen namentlich nach längerem Liegen des Kabels im Meere gewährt. Denn die bisherigen Constructionen der Tiefseekabel gaben durchaus keine Bürgschaft dafür, dass nicht einzelne Theile der Eisen- oder Stahlschutzdrähte vom Meereswasser angegriffen und zerstört wurden. Es mussten daher sehr bald schwache Stellen entstehen, die die Hebung aus grosser Tiefe schon nach verhältnissmässig kurzer Zeit unmöglich machten. Man ist daher bei verschiedenen Kabeln dazu geschritten, die einzelnen Stahldrähte mit in harziger Mischung getränktem Bande zu bewickeln, da das Umseilen derselben mit asphaltirten Hanffäden den gegen den Rost erforderlichen Schutz durchaus nicht bieten konnte. Bei der neuen Umhüllung aber ist man im Stande, durch mehrere Lagen Asphalt und mehrere dieselben trennenden Lagen von in verschiedenen Richtungen übereinander aufgewundenen Hanfbewickelungen, eine Decke um die Stahl- oder Homogen-Eisendrähte zu schaffen, welche dem Kabel einen unter allen Umständen, auch nach mehrfachen Biegungen, gegen den Rost schützenden Ueberzug gewährt, und die Widerstandsfähigkeit desselben gegen den Zug beim späteren Wiederaufnehmen sichert. Die Stärke, welche der Asphalt- und Hanfüberzug des Kabels besitzt, ist an dem zur Verfügung stehenden Muster nicht genau erkenntlich, weshalb die bezügliche Abmessung in der Figur etwas von der Wirklichkeit abweichen dürfte. Bei der Legung erfüllte das Tau die an dasselbe gestellten Anforderungen in vollstem Maasse, die Zeit wird es erweisen, ob es eine längere Reihe von Jahren als seine Vorgänger im Betriebe benutzt werden kann.

Fig. 263.



Jm Jahre 1880 endlich hat abermals die unermüdliche Anglo-American-Company unter der energischen Führung John Pender's den

vorhandenen eine neue atlantische Verbindung hinzugefügt, indem sie unter Benutzung der Ufer- und Zwischenkabel des 1866er Kabels ein neues Tiefseekabel von 3000 km Länge legte. Das Kabel erhielt grossentheils 73,5 kg Kupfergewicht des Leiters und dasselbe Gewicht der Guttapercha-Isolationshülle für den Kilometer. Es ist dies in der kurzen Zeit von 12 Tagen gelegte Kabel das neunte, welches zur Verbindung Europa's und Nord-Amerika's auf dem Boden des atlantischen Oceans versenkt wurde! Und schon wieder gehen neue Pläne ihrer Vollendung entgegen. Unter dem mächtigen Schutze des Grosskapitals der neuen Welt hat sich diesmal eine Gesellschaft gebildet, an deren Spitze der Millionenkönig Gould steht, und zwei neue Linien werden den bestehenden binnen Kurzem hinzugefügt sein. So wird rastlos an dem grossen Werke, den Verkehr zwischen beiden Welttheilen immer inniger zu gestalten, weiter gearbeitet, und nichts besser als ein Einblick in dieses wichtige Arbeitsfeld selbst kann die ungewöhnliche Bedeutung, welche diesen Lebensnerven der Nationen beigemessen werden muss, vor Augen führen.

Hier mögen noch die Projekte der Amerikaner berührt werden, die neuerer Zeit aufgestellt wurden und darauf hinausgehen, New-York mit Flores auf den Azoren zu verbinden und von da nach Frankreich, England und Spanien Kabel zu legen. Noch immer aber fehlt die Kabelverbindung durch den stillen Ocean, doch auch hierfür liegen Pläne vor, die von niemand Anderem ausgehen als von Cyrus Field, welcher die Concession, auf den Sandwichs-Inseln ein Kabel zu landen, erworben hat und seine Projecte bei dem 25jährigen Jubiläum der ersten transatlantischen Kabelgesellschaft am 10. März 1879 kundgab.

XII. **Die Kabel Südamerika's.** Die räumliche Trennung der verschiedenen Kabel-Unternehmungen, die an allen Punkten des Globus gleichzeitig und sich folgend zur Ausführung kamen, machen eine gewisse geographische Trennung unerlässlich und zwingen den rein historischen Fortgang in zweite Linie zu stellen. Namentlich sind es die Linien nach Ostindien, China, Australien, nach Südamerika und endlich nach dem Kap der guten Hoffnung, welche neben der Unzahl der kleineren Maschen des grossen Netzes die Aufmerksamkeit auf sich ziehen müssen. Eine vorzügliche Karte, welche das heutige Welt-Kabelnetz klar und übersichtlich vor Augen führt, ist die Carte Générale des Grandes Communications Télégraphiques du Monde des Berner Internationalen Bureaus der Telegraphen-Verwaltungen, welche 1881 erschienen ist und in dem handlichen Formate von 38 . 58 cm, die Hauptverbindungen der Welt vor Augen führt. Die beifolgende Skizze dieser Karte möge einen allgemeinen Ueberblick gewähren. In ihr sind



neben den Seekabeln die anschliessenden Landlinien eingezeichnet, welche die Haupt-Verkehrsorte verbinden.

Die der West-India and Panama Company gehörigen, die grossen und kleinen Antillen mit Guyana und der centralamerikanischen Landenge verbindenden Kabel waren bereits grösstentheils 1871, ein Theil der die Brasilianischen Küstenplätze verbindenden Strecken Para-Pernambuco-Bahio-Rio de Janeiro 1873 gelegt worden, als im folgenden Jahre die Brasilian Submarine Telegraph Company dazu schritt, ein Kabel zwischen den Küsten Spaniens und Südamerika's zu versenken. Dasselbe ist bei Carcavellos nahe Lissabon gelandet, geht von da nach Madeira, 1209 km, St. Vincent auf den Inseln am Kap Verde, 2334 km, und nach Pernambuco in Brasilien, 3617 km, hat demnach eine gesammte Länge von 7260 km. Im selben Jahre 1874 wurde ferner auch die Strecke Rio de Janeiro-Montevideo gelegt.

Die traurigsten Erfahrungen hat man in den südamerikanischen Gewässern mit der Anwendung der Hooper'schen Ader zu unterseeischen Verbindungen gemacht. Jahrelang hat man an den Linien ausbessern müssen, und immer von Neuem entstanden Fehler in den Leitungen, so dass es schliesslich unmöglich blieb, die betreffenden Verbindungen dem Verkehre zu erhalten. Von den Kabeln der Westindia and Panama Telegraph Company wird berichtet, dass sie fortwährend Betriebsstörungen erleiden, so dass zwei Reparaturschiffe unausgesetzt in Thätigkeit sind, um die Linien betriebsfähig zu erhalten.

Die Mexican Telegraph Company liess im Jahre 1880 durch die India Rubber, Gutta Percha and Telegraph Works Company ein Kabel zwischen Vera Cruz - Tampico und Matamoras legen.

Noch möge hier ein Kabel erwähnt werden, welches beim Bau der Telegraphenlinien über die Anden zur Verwendung kam, dasselbe enthielt eine 7 mm starke Ader, war mit 19 dünneren Eisendrähten und Asphaltumhüllung umgeben und hatte 16 mm Durchmesser. Es diente dazu, die vollkommen unwirthlichen Gegenden in den Hochgebirgen unterirdisch zu überschreiten.

XIII. **Die Kabelverbindungen nach Ostindien.** Die Interessen, welche sich an die Herstellung einer directen telegraphischen Verbindung zwischen England und Indien knüpften, waren kaum weniger gewichtige, als die, welche das schwierige Werk, den atlantischen Ocean zu durchschneiden, trotz allen Missgeschickes zur Vollendung brachten. Bei dem allgemeinen Aufblühen des grossen Weltverkehrs musste es vor allem England daran gelegen sein, seine Verbindung mit den weit abgelegenen Colonien so innig wie möglich zu gestalten. Mit Aufwand der zu Gebote stehenden ausserordentlichen Mittel, gelang es den Gesellschaften des grossen Inselreiches binnen einer verhältnissmässig kurzen Zeit, das

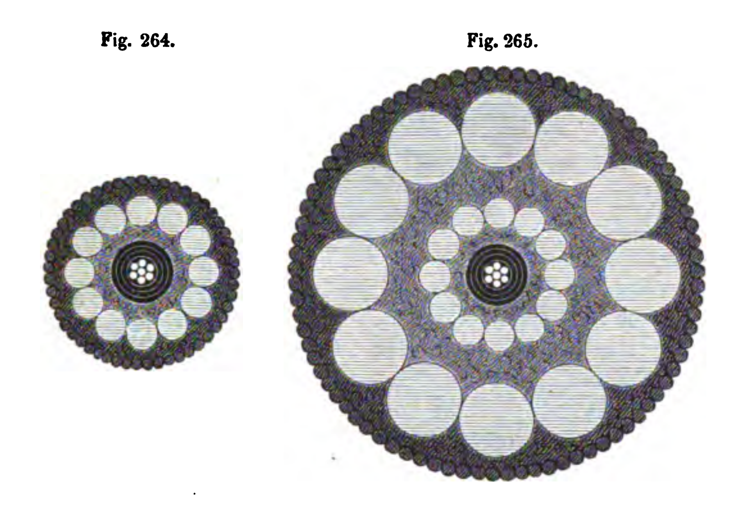
Netz von Kabeln zu vollenden, welches die meerbeherrschende Nation beinahe unabhängig von den Verkehren der Continente macht. Während durch die der Eastern Telegraph Company gehörigen Kabel von Falmouth in England nach Carcavellos bei Lissabon, 1507 km (1870), und nach Vigo in Spanien (1873) über Caminha und Carcavellos, 1767 km, (1876) nach Gibraltar, 674 km (1870), und von da über Malta, 2074 km (1870), Alexandria, 1711 km (1867), Suez, Aden 2718 km, nach Bombay 3367 km (1870) einerseits eine Verbindung nach Indien hergestellt wird, bilden die doppelten Linien Marseille-Bona, zusammen 1672 km (1870 und 1877), Bona-Malta, 704 km (1870), welche letztere jetzt gleichfalls verdoppelt ist, ferner die Linien Malta-Alexandria, 1687 km (1870), Suez-Aden, 2670 km (1876), und Aden-Bombay, 3371 km (1877), einen zweiten unabhängigen Verkehr, welchem sich noch die Linien der direct Spanish Telegraph Company von Lizard Point in England nach las Arenas bei Bilbao, 891 km (1872), und Santander, 88 km (1874), Barcelona-Marseille, 407 km (1874), als Verbindungslinien nach England anschliessen. Die im Persischen Golf 1864 gelegten Kabel Fao—Bushire, 289 km, — Jask, 948 km, — Gwadur, 504 km, — Kurrachee, 515 km; und die Doppellinie Bushire-Jask, 932 km (1869), welche der Britisch-Indischen Verwaltung gehören, vermitteln den ostindischen Verkehr über die grosse Landroute der Indo-Europäischen Telegraphenlinie über Bushire-Teheran-Tiflis-Odessa-Warschau-Berlin nach London. Die Entfernung London-Bushire bis zum Anschluss an die Persischen Golf-Kabel ist etwa 7000 Kilometer, und es ist nicht uninteressant zu erfahren, dass die Durchschnittszeit für ein Telegramm, von 20 Worten, nach den Berichten im letzten Jahresdurchschnitt (1880) nur etwa 20,5 Minuten betrug, wobei natürlich der Zeitdifferenz zwischen beiden Orten Rechnung getragen worden ist.

XIV. **Die China-Japan und Ostsibirien-Kabel,** schliessen sich an die Linien nach Ostindien an. Den Busen von Bengalen durchschneidet das Kabel Madras-Penang, 2615 km (1870), der Eastern Extension Australasia and China Telegraph Company, an welches sich ihr Kabel Rangun Penang, 1593 km (1877), anschliesst, von da geht die Linie derselben Gesellschaft nach Singapore 745 km (1870), Saigoon, 1148 km, Hongkong, 1796 km (1871), wo sie den Anschluss an die im selben Jahre verlegten Kabel der Great Northern Telegraph Company (Det Store Nordiske Telegraph Selskab) Hong-kong-Amoy, 593 km, Gutzlaff-Woosung, 1180 km, (Schang-hai-) Gutzlaff-Nagasaki (Japan), 895 km, und Wladiwostock (Ostsibirien), 1408 km, finden. Das Hong-kong-Schang-hai-Kabel wurde von Siemens Brothers in London angefertigt, Fig. 264 stellt das Tiefseekabel, Fig. 265 das Uferende desselben dar. Von Hong-kong zweigt sich die Kabellinie nach den Philippinen,



nach Manilla ab, welche im April 1880 fertiggestellt wurde. Bei einem Theile des dort von der Telegraph Construction and Maintenance Company angewandten Kabels, ist jeder einzelne der 11 je 2,4 mm starken homogenen Eisendrähte, besonders mit Band bewickelt, welches in einer

Fig. 264. Fig. 265.



fäulnissbeständigen, das Rosten verhütenden Mischung getränkt ist. Die Ader des Kabels ist in seichterem Wasser gegen den Angriff der Seethiere durch Bewickelung mit dünnen Messingstreifen geschützt.

XV. **Die australischen Kabel.** Von Singapore geht das 1870 gelegte Kabel der Eastern Extension Company nach Batavia auf Java, 1037 km, und von Banjoewangie auf derselben Insel nach Port-Darwin in Australien, 2045 km (1871), welche Linie durch das 1879 von der Telegraph Construction and Maintenance Company gefertigte Kabel Penang - Malacca - Banjoewangie - Port-Darwin, 4522 km, verdoppelt wurde; letztere Verbindung wurde im Januar 1880 fertig. Das hier in Anwendung genommene Kabel hat, wie der grösste Theil der letzter Zeit von dieser Company gelegten Kabel ein Gewicht des Kupfer-Leiters von 26 kg und 34 kg der Guttaperchahülle für das Kilometer, das Tiefseekabel ist mit 11 homogenen Eisendrähten, von je 2,4 mm Durchmesser umsponnen und nach Johnson and Philipp's Patent bewickelt.

Von den übrigen australischen Kabelverbindungen, ist die 1869 hergestellte Linie von Melbourne nach Tasmania, 326 km, und das 2374 km lange von der Botany-Bai bei Sidney ausgehende nahe Nelson in der Blind-Bai auf Neu-Seeland gelandete Kabel von 1876 zu nennen. Ein Küstenkabel von 222 km Länge wurde 1880 von der Telegraph Construction in Neuseeland gelegt.

Bei verschiedenen dieser Kabel verursachte die Herstellung der Verbindung mit dem Ufer beträchtliche Schwierigkeiten, und es mussten besondere Vorkehrungen getroffen werden, um den schädlichen Einflüssen des tropischen Klimas auf die unter der Erdoberfläche vergrabenen Guttaperchadrähte zu entgehen. Man schritt dazu die Uferverbindungen durch isolirte Drähte herzustellen, welche man in mit Wasser gefüllten eisernen Rohren verlegte. In Hong-kong musste ein Hügel von 135 Meter Höhe in dieser Weise überschritten werden, wobei, um den Wasserdruck zu vermindern, verschiedene Zwischenbehälter eingeschaltet werden mussten, deren jeder höher gelegene, den nächsttiefergelegenen mittels einer Schwimmkugelhahn-Einrichtung speiste.

Die Zeit, welche ein Telegramm mit Berücksichtigung der Zeitdifferenz nach China braucht, ist nach dem Berichte der Eastern Extension Telegraph Company von 1880 durchschnittlich 3 Stunden, diejenigen nach Australien 6 Stunden.

XVI. **Das Cap-Kabel,** welches am Schlusse des Jahres 1879 durch die Telegraph Construction and Maintenance Company hergestellt wurde, schliesst sich in Aden an das bestehende Netz von telegraphischen Verkehrswegen an und besteht aus den vier Theilstrecken Aden-Zanzibar, Zanzibar-Mozambique, Mozambique-Sofala-Lorenzo Marquez in der Delagoa Bai, Lorenzo Marquez-Durban in Natal von beziehungsweise 3604, 1185, 1832, 648, und 7289 Kilometer Gesammtlänge. Während auf der ersten, der längsten Theilstrecke eine 9,2 mm starke Guttaperchaader, welche eine aus 7 je 1,2 mm starken Dräthen gebildete Kupferlitze enthielt, zur Benutzung kam, wurden die kürzeren mit einer 7 mm starken Ader, deren Leiter aus 7 je 0,75 starken Kupferdrähten bestand, versehen. Soweit das Kabel im seichteren Wasser liegt, ist die Kabelader gegen die Angriffe der die Guttapercha durchbohrenden Insekten, wie Teredos, Xylophaga, Limnoria u. A., mittels einer dünnen Messingblechhülle, welche in einer der Fig. 222 ähnlichen Weise um dieselbe angebracht ist, geschützt, während dieser Schutz in grösseren Tiefen von über 180 m nicht mehr erforderlich ist, da jene Thiere in der tiefen See nicht mehr vorkommen. Die Uferenden der Strecke Aden-Zanzibar sind in Fig. 266 dargestellt, denselben folgten die Zwischenkabel Fig. 267, 268 während das Tiefseekabel zum Theil den in Fig. 269, zum Theil den in Fig. 270 abgebildeten Querschnitt hatte. Eine ganz ähnliche Abstufung der verschiedenen Kabelsorten vom Uferende nach dem Tiefseekabel hin, findet auf den anderen kürzeren Strecken, auf denen die schwächere Ader (s. Fig. 271) benutzt wurde, statt, nur an dem einen Ende der Delagoa-Natal-Strecke wurde an Stelle der in Fig. 266 abgebildeten Bauart des Uferendes ein mit 12 dreidrähtigen Litzen umsponnenes Schlussstück Fig. 271 gelegt. Bemerkens-

Fig. 266.

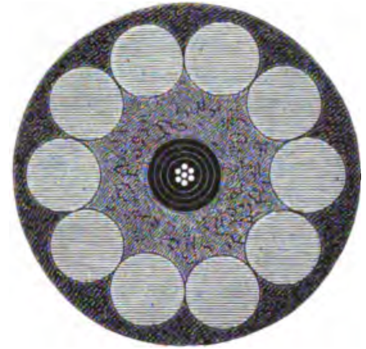


Fig. 267.

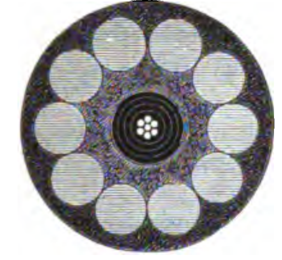




Fig. 268.



Fig. 269.



Fig. 270.

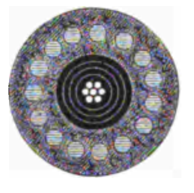
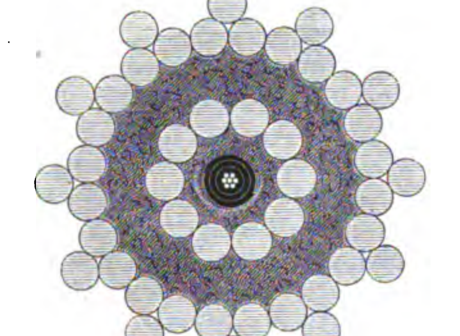


Fig. 271.



werth ist noch, dass auch bei diesem Kabel die Stahldrähte der in den Tiefen liegenden Theile, ehe sie mit Hanf umsponnen wurden, mit einer Bewickelung von besonders zubereitetem Bande umgeben sind, welche wirksam gegen das Rosten Schutz gewähren soll.

Das im selben Jahre von derselben Gesellschaft gelegte australische Doppelkabel hat eine ganz ähnliche Konstruktion.

XVII. **Das Kaspische-Meer-Kabel.** Unter den in den grossen Binnengewässern gelegten Kabeln zieht hauptsächlich die 1880 zwischen Baku und Krasnovodsk durch das Kaspische Meer hergestellte Verbindung die Aufmerksamkeit auf sich, denn es war hier die schwierige Aufgabe zu lösen das 272 Kilometer lange Tau stückweise nach der entlegenen Verwendungsstelle durch den Continent zu transportiren, da auf dem zur Verfügung stehenden Wasserwege nur Kähne beschränkterer Abmessungen verwendet werden konnten. Das Kabel hatte als Leiter eine Litze von 7 je 0,7 mm starken Kupferdrähten erhalten, welche bis zu einem Durchmesser von 7 mm mit Guttapercha umpresst war. Das Uferkabel war mit 10 je 7,6 mm starken, das Tiefseekabel mit 10 Eisendrähten von je 5,2 mm Durchmesser geschützt und mit zwei Lagen asphaltirter Jute umgeben. Ein grösseres Kabelschiff brachte die Ladung nach Cronstadt, wo das Tau auf 5 Barken verladen wurde. Eine sechste Barke diente als Unterkunft für die Begleitung u. s. w. Diese Barken wurden von zwei Dampfern geschleppt, man fuhr die Neva hinauf durch den Ladoga-Canal, durch den Svir, den Onega-Canal, das System der Canäle Marie, durch den Scheksna in die Wolga und langte, nachdem ein Weg von 4268 Kilometer in 48 Tagen zurückgelegt war, am Bestimmungsorte an. Hierauf begann die Legung durch auf dem Kaspischen Meere gehende Dampfer von Cap Gourgane aus. Dieselbe war nach Verlauf von 24 Tagen, wo man das Kabel am Vorgebirge von Krasnovodsk landete, beendet. Der grösste Theil der Zeit wurde durch das Hin- und Herfahren der Schiffe beansprucht, während die eigentliche Legung selbst nur einen Zeitraum von wenigen Tagen ausfüllte. Die Kontraktsumme für das Kabel betrug etwa 1,2 Millionen Mark. Obwohl ein unabweisliches Bedürfniss zur Errichtung dieser Linie nicht vorlag, und man mit dem Neubau einiger kürzeren Landsstrecken den Zweck ebensowohl hätte erreichen können, war man doch durch die militärischen Operationen im Inneren Asiens gedrängt worden, diese kostspielige Leitung in Eile zu bauen. Dieselbe wurde durch die India Rubber, Guttapercha and Telegraph Works Company ausgeführt.

XVIII. **Frankreich-Algier Kabel.** Zwischen der Südküste Frankreichs und der Nordküste Afrikas sind jetzt 5 Kabel im Betriebe, von denen einige bereits Erwähnung fanden. Das letzte derselben wurde zwischen Marseille und Algier durch die India Rubber, Guttapercha



and Telegraph Works Company 1880 gelegt. Es hat dasselbe 26 kg Kupfer- und 34 kg Guttaperchagewicht für das Kilometer und ist mit 15 je 2,4 mm starken Homogeneisendrähten geschützt.

XIX. Von den **Kabeln der Nord- und Ostsee** mögen hier noch Erwähnung finden, das sogenannte Reuter'sche Kabel, welches 1867 gelegt wurde und 4 Leitungen enthält; es verbindet Lowestoft, einen Hafenort an der Ostküste Englands, bei welchem mehrere Kabel gelandet sind, mit Norderney und ist 431 km lang. Ferner die beiden gleichfalls vieradrigen Kabel Zandvoort-Lowestoft, welche 1858 und 1862 versenkt worden sind und 217 bezw. 204 km Länge haben. Diese der englischen Regierung gehörigen Kabel werden von der Submarine Telegraph Company betrieben. Eine weitere Verbindung mit England mittels eines 4 Leitungen enthaltenden Kabels Greetsiel bei Emden-Borkum-Lowestoft, 417 km, wurde von der Vereinigten Deutschen Telegraphen-Gesellschaft 1871 hergestellt. Das 1873 gelegte Kabel von Fano in Dänemark nach Calais, 698 km, die im selben Jahre hergestellte Verbindung von Hirtshals in Dänemark nach Newbiggin in England, 795 km und das bereits 1868 von Sondervig nach demselben englischen Landungspunkte gelegte 619 km lange Kabel, ferner die Linie Eckersund in Norwegen-Peterhead in Schottland, 493 km, wie die kürzeren Verbindungskabel zwischen Hirtshals und Arendal, der schwedischen und norwegischen Küsten, der Inseln Moen und Bornholm, endlich das Kabel Bornholm-Libau in Russland, 419 km, gehören sämmtlich der Great Northern Telegraph Company und vervollständigen das

Fig. 272.



Netz der Kabelverbindungen in den Nordgewässern. Im Jahre 1879 wurde ein Kabel von Hoyer in Schleswig nach Arendal in Norwegen in einer Länge von 463 km gelegt, welches 3 Adern enthält. Der Querschnitt desselben ist in Fig. 272 abgebildet. Dieses Kabel wurde von der Telegraph Construction and Maintenance Company für die deutsche Reichsverwaltung gelegt.

XX. **Die Länge der den verschiedenen Regierungen und Kabelgesellschaften gehörigen Unterseelinien** bezifferte sich nach der vom Berner internationalen Bureau der Telegraphen-Verwaltungen im Journal Télégraphique Band **3** (1877) S. 575 ff. gegebenen Zusammenstellung[4]), welcher ein grosser Theil der vorgehenden Mittheilungen entnommen ist, auf 420 Regierungskabel von einer Gesammtlänge von 8226 Kilometern mit einer Leitungslänge von 10 606 km und 149 Gesellschafts-Kabel von 110 281 km Gesammtlänge mit 121 370 km Leitungslänge. Nach L. Well's Zusammenstellung hatten die Kabel der englischen Gesellschaften Ende 1879 eine Gesammtlänge von 121 222 km.

XXI. Ueber die Ergebnisse des **Gegensprechens auf langen Kabeln** machte Sir James Anderson einige interessante Mittheilungen, welche hier noch als Beweis für die Leistungsfähigkeit der unterseeischen Verbindungen, welche erzielt werden kann, Platz finden mögen. Auf der 1528 langen Linie Marseille - Malta wurden bei Einrichtung des Gegensprechens 26 gegen früher 15 Worte in der Minute befördert, später stieg der Gewinn bis 84% der früheren Leistungsfähigkeit der Linie. Die Linie Bombay-Aden ergab am ersten Tage 40% am zweiten 67% am dritten 73% Mehrleistung, Aden - Suez, 2704 Km, wies 60% auf, während kürzere Strecken wie Marseille - Bona und Malta - Bona bis zur doppelten Leistung gebracht werden konnten, also 100% Telegramme mehr zu befördern im Stande waren, nachdem Gegensprechen auf demselben eingerichtet worden war.

XXII. **Schlussbemerkung.** Während im Vorgehenden eine gedrängte Zusammenstellung der wesentlichen technischen Leistungen auf dem Gebiete der Unterseekabel-Legungen, soweit sie von allgemeinerem Interesse zu sein schienen, gegeben werden konnte, ist es in Betreff der Vorführung der Einzelheiten der gegenwärtig zur Legung der grossen Seekabel dienenden Einrichtungen ebensowohl wie in Bezug auf die zu Grunde liegenden Theorien nothwendig, hier eine Grenze zu ziehen. Denn abgesehen davon, dass die sachliche Behandlung dieses grossartigen Gebietes den Raum, der in diesem Bande zur Verfügung steht, bedeutend überschreiten müsste, möchten wir auch nicht auf ein Gebiet näher eingehen, dessen Behandlung dem in den Zweig ganz besonders Eingeweihten vorbehalten bleiben muss. Dem theoretische Belehrung Suchenden dürfte der Hinweis auf die Abhandlung, welche Dr. Werner Siemens 1874 in der Akademie der Wissenschaften zu Berlin (Monatsberichte, S. 795 ff.) gegeben hat, und auf die sich daran knüpfenden

---

[4]) Im Auszug wiedergegeben Dingler, Polytechnisches Journal, **228**, 91. Der von Philipp P. Harris im „American Iron Trade" veröffentlichte Aufsatz über die Ausbreitung des unterseeischen Telegraphennetzes in den Jahren 1850 bis 1874 ist ebenda **216**, 81 ff wiedergegeben.

Besprechungen in der englischen Literatur genügen. Eine neuere Veröffentlichung, welche eine eingehendere und zusammengestellte Bearbeitung der Legungseinrichtungen, der Maschinen zum Auslegen und Wiederaufnehmen der Kabel aus grossen Tiefen u. s. w. von sachkundiger Hand enthielte, muss als grosser Mangel empfunden werden. Im Wesentlichen mag dies wohl seinen Grund darin haben, dass bei der harten Concurrenz der verschiedenen Betheiligten, Veröffentlichungen der durch die Erfahrung mühsam errungenen Vortheile vermieden werden. Ferner kommen bei den Arbeiten auf dem offenen Meere die seemännischen Wissenschaften, der Bau der geeigneten Fahrzeuge, die Vornahme guter Tiefseemessungen, die Grapnelarbeiten auf verschiedenem Meeresboden u. A. m. zu bedeutend in Betracht, als dass diese Vorgänge für uns Binnenländer ohne umständliches Eingehen auf die Einzelnheiten dem Verständnisse zugänglich gemacht werden könnten, endlich bietet sich aber auch für die allgemeinere praktische Bethätigung des Einzelnen auf diesem Gebiete wenig Aussicht, und die Lücke, welche hier scheinbar bleibt, — es sind ja auch wesentlich mechanische Aufgaben, welche nicht in den Rahmen dieses Werkes gehören, — und deren Lösung hier offen gelassen wird, nicht ungerechtfertigt erscheinen dürfte.

Zweite Abtheilung.

Die elektrischen Messungen bei dem Bau und dem Betriebe der Telegraphenlinien.

Bearbeitet

von

Dr. O. Frölich.


Digitized by Google


Digitized by Google

HANDBUCH

DER

ELEKTRISCHEN TELEGRAPHIE.

UNTER MITWIRKUNG VON MEHREREN FACHMÄNNERN

HERAUSGEGEBEN VON

PROF. DR. K. E. ZETZSCHE,

KAISERL. TELEGRAPHEN-INGENIEUR.

DRITTER BAND:

DIE ELEKTRISCHE TELEGRAPHIE IM ENGEREN SINNE.

DRITTE LIEFERUNG.

Die elektrischen Messungen
bei dem Bau und dem Betriebe der Telegraphenlinien.

BEARBEITET VON DR. O. FRÖLICH.

Die Telegraphenapparate.

BEARBEITET VON DR. E. ZETZSCHE.

MIT ZAHLREICHEN IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN UND EINER KARTE DER KABELVERBINDUNGEN DER WELT.



BERLIN 1884.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER.

MONBIJOUPLATZ 3.

Titel und Inhaltsverzeichniss werden der Schlusslieferung eines jeden Bandes beigegeben.

Inhalt der 3. Lieferung des dritten Bandes.

Berichtigung.

Die Angaben auf S. 267 bezüglich des Kabels Hoyer-Sylt-Arendal sind dahin richtig zu stellen, dass dasselbe für „Die Gesellschaft für Legung und Unterhaltung des deutsch-norwegischen unterseeischen Kabels" gelegt wurde, der Betrieb dagegen von den beiden betheiligten Staats-telegraphen-Verwaltungen wahrgenommen wird.

Die beigefügte „Karte der Kabel-Verbindungen der Welt" ist hinter Seite 260 (Lieferung II) einzuschalten.

Zweite Abtheilung.

Die elektrischen Messungen bei dem Bau und bei dem Betriebe der Telegraphenlinien.

---

§. 15.

Praktische Ausführung des absoluten elektrischen Maasssystems.

I. **Einführung.** Wie wir bereits im 2. Bande, S. 442, dargelegt haben, ist es möglich, bloss von den Grundbegriffen der Mechanik ausgehend, Grundbegriffe für sämmtliche elektrische Grössen aufzubauen, oder bloss sich stützend auf die Einheiten der Länge, der Zeit und der Masse, Einheiten abzuleiten für sämmtliche in der Elektricität vorkommenden Maassgrössen. Indem wir für Begründung und Beschreibung dieses Systems auf den 2. Band verweisen, behandeln wir hier nur die augenblickliche Lage, in welcher sich die praktische Ausführung dieses Maasssystems befindet. Wir sagen „augenblicklich“, weil diese praktische Ausführung noch als in ihrem ersten Stadium befindlich anzusehen ist, weil ferner sowohl von Seiten der Wissenschaft als der Technik alles aufgeboten wird, um diese Ausführung zu vervollkommnen und zu befestigen, und daher in den nächsten Jahren wesentliche Fortschritte in dieser Beziehung zu erwarten sind.

a. Das Centimeter-Gramm-Secunde-System und die Beschlüsse des Pariser Congresses.

II. **Die mechanischen Grundeinheiten.** In dem absoluten elektrischen Maasssystem ist die Wahl der mechanischen Grundeinheiten willkürlich, und es sind auch im Laufe der Zeit von verschiedenen Bearbeitern verschiedene Grundannahmen getroffen worden. So haben namentlich Weber für die Länge das Meter, für die Masse diejenige eines Grammes, für die Zeit die Secunde gewählt, das Comité der

British Association for the advancement of science dagegen Centimeter, Gramm und Secunde.

Mag man die Wahl der Grundeinheiten treffen, wie man will, so werden stets die daraus abgeleiteten elektrischen Einheiten nicht im Bereiche der in der Praxis vorkommenden elektrischen Maassgrössen liegen, und man ist daher genöthigt, ausser den aus den mechanischen Einheiten abgeleiteten, absoluten elektrischen Einheiten noch gewisse praktische elektrische Einheiten einzuführen, welche im Bereiche der in der Wirklichkeit vorkommenden Grössen liegen. So hat denn auch namentlich das Comité der British Association eine Anzahl rein praktischer Einheiten vorgeschlagen, welche, zur Zeit des Congresses der Elektriker zu Paris im Herbste 1881, namentlich in England schon vielfach in Gebrauch waren.

III. **Der Pariser Congress** hat im Wesentlichen die Vorschläge der British Association angenommen, sowohl in Bezug auf die Wahl der mechanischen Grundeinheiten als in Bezug auf die praktischen elektrischen Einheiten; die von diesem Congress vorgenommenen Aenderungen beziehen sich beinahe nur auf die Benennungen.

Die abgekürzte Bezeichnung für das Centimeter-Gramm-Secunde-System ist: „C. G. S. System“.

Die vom Pariser Congress eingeführten praktischen elektrischen Einheiten sind folgende:

1. Die praktische Einheit des Widerstandes heisst Ohm und ist $= 10^9$ absoluten C. G. S. Einheiten des Widerstandes.

2. Die praktische Einheit der elektromotorischen Kraft heisst Volt und ist $= 10^8$ absoluten C. G. S. Einheiten der elektromotorischen Kraft.

3. Die praktische Einheit der Stromstärke heisst Ampère und ist $= \frac{1}{10}$ der absoluten C. G. S. Einheit der Stromstärke. 1 Ampère ist die Stärke des Stromes, welchen die elektromotorische Kraft von 1 Volt in einem Stromkreise vom Widerstand 1 Ohm hervorruft.

4. Die praktische Einheit der Elektricitätsmenge heisst Coulomb und ist $= \frac{1}{10}$ absolute C. G. S. Einheit der Elektricitätsmenge. 1 Coulomb ist diejenige Elektricitätsmenge, welche bei der Stromstärke von 1 Ampère in einer Secunde durch den Querschnitt fliesst.

5. Die praktische Einheit der Capacität heisst Farad und ist $= \frac{1}{10^9}$ absolute C. G. S. Einheit der Capacität. 1 Farad ist die Capacität desjenigen Condensators, welcher bei der Ladung mit der elektromotorischen Kraft von 1 Volt die Elektricitätsmenge von 1 Coulomb enthält. Hieraus abgeleitet ist die gebräuchliche Einheit des Mikrofarad, welche $= \frac{1}{10^6}$ oder $\frac{1}{1\,000\,000}$ Farad und $= \frac{1}{10^{15}}$ absolute C. G. S. Einheit der Capacität ist.



Man sieht, dass diese praktischen Einheiten in sich ein geschlossenes, einfaches System bilden, in welchem keine Potenz von 10 als Faktor vorkommt. Die Einheiten der Stromstärke und der Elektricitätsmenge stimmen in der Grösse nahe mit den bezüglichen absoluten Einheiten überein. Diejenigen des Widerstandes, der elektromotorischen Kraft und der Capacität dagegen sind in der Grösse weit entfernt von den bezüglichen absoluten Einheiten.

b. Ausführung der praktischen Einheiten.

IV. **Ausführung.** In Bezug auf die Ausführung theilen sich die elektrischen Einheiten in solche, welche mit Hilfe von Etalons fixirt werden können, und solche, bei denen dies nicht möglich ist, und welche daher auf andere Weise dargestellt werden müssen.

Etalons lassen sich herstellen für die Einheiten des Widerstandes, der elektromotorischen Kraft und der Capacität. Es ist denkbar und durchaus möglich, einen Draht von 1 Ohm Widerstand bei bestimmter Temperatur, ein Element von 1 Volt elektromotorischer Kraft und einen Condensator von 1 Mikrofarad Capacität herzustellen.

Die übrigen Einheiten, diejenige der Stromstärke und der Elektricitätsmenge, lassen sich nicht in dieser Weise darstellen, weil diese Begriffe nicht Eigenschaften von Körpern sind. Es lassen sich jedoch Instrumente construiren, welche direct auf Ampère und Coulomb geaicht sind, so zum Beispiel Galvanometer und Elektrodynamometer, deren Ablenkungen bei constantem Strom in Ampère und deren Ausschläge beim einmaligen Durchgang einer bestimmten Elektricitätsmenge in Coulomb angegeben ist.

Die Schwierigkeiten bei der Ausführung dieses absoluten elektrischen Maasssystems liegen nicht nur in der einmaligen experimentellen Darstellung der Etalons und Normalinstrumente, sondern auch in der Conservirung und in der Copirung derselben. Beide Aufgaben zu behandeln, würde uns hier zu weit führen, da dieselben durchaus wissenschaftlichen Charakter haben, und da die Klärung der Ansichten hierüber noch nicht weit vorgeschritten ist.

Wir bemerken nur, dass die praktisch wichtigste Einheit, diejenige des Widerstandes, auch in ihrer Darstellung und Consolidirung am weitesten gediehen ist und jedenfalls die für praktisch technische Zwecke nöthige Genauigkeit bereits erreicht hat; von allen anderen Einheiten lässt sich dies jedoch nicht behaupten, und es ist im Gegentheil wahrscheinlich, dass namentlich in Bezug auf Ampère und Volt in verschiedenen Ländern bei verschiedenen Fabrikanten von Instrumenten erhebliche Differenzen bestehen.

V. **Ohm.** Die Einheit des Widerstandes hat desshalb so eingehende Bearbeitung gefunden, weil sie die meist gebrauchte und am leichtesten zu copirende und zu vervielfältigende elektrische Einheit ist. Man sucht bekanntlich bei allen Messmethoden im ganzen Gebiete der Elektricität die Messungen auf Vergleichung von Widerständen zurückzuführen, weil man in diesem Gebiete sich alsdann am sichersten bewegt.

Hierzu kommt der andere wesentliche Vortheil, dass etwa gleichzeitig mit der praktischen Ausführung der absoluten Widerstandseinheit, des Ohm, eine sichere und verhältnissmässig leicht reconstruirbare Widerstandseinheit in der Quecksilbereinheit von Werner Siemens aufgestellt wurde. Die Einführung dieser letzteren Einheit hatte den grossen Vortheil, sämmtliche Widerstandsmessungen, wenn auch nicht auf ein absolutes, so doch auf ein constantes Maass zurückzuführen, ohne dass erst die Resultate der schwierigen und langwierigen Untersuchungen über das Ohm abgewartet werden mussten. Die Quecksilbereinheit bot während des ganzen, über mehrere Jahrzehnte sich erstreckenden Verlaufs der Herstellungen des Ohm ein Grundmaass, mit welchem die Resultate jener Arbeiten verglichen werden konnten, und welches einen mit der Zeit nicht veränderlichen, sicheren Maassstab für die Beurtheilung jener theoretischen Resultate darbot.

In diesem Augenblicke ist als sehr wahrscheinlich zu betrachten, dass das Ohm um etwa 6 % grösser ist als die Quecksilbereinheit; der im Mai 1884 zu Paris abgehaltene Elektrikerkongress hat beschlossen, anzunehmen, dass

$$1 \text{ Ohm} = 1{,}06 \; S.\,E.$$

ist.

Es ist ferner nachgewiesen, dass das seiner Zeit vom Comité der British Association hergestellte Ohm (British Association Unity = B. A. U.) um etwa 1 % zu klein ist, oder dass

$$1 \; B.\,A.\,U. = 0{,}9885 \text{ Ohm}.$$

VI. **Volt und Ampère.** Bei den Einheiten der Stromstärke und elektromotorischen Kraft scheint etwas Verwirrung zu herrschen. Die unter den Technikern verbreiteten Instrumente gewähren noch oft nur geringe Genauigkeit, und über die von verschiedenen Fabrikanten angewendete Justirungsmethode herrscht noch vielfache Ungewissheit.

Diese beiden Grössen, Volt und Ampère, bedürfen eigentlich nur einer einzigen fundamentalen Bestimmung, da sie durch das Ohm'sche Gesetz mit der Widerstandseinheit, dem Ohm, welche im Wesentlichen als gegeben anzusehen ist, in die einfachste Beziehung gesetzt sind. Ist das Volt gegeben z. B. als elektromotorische Kraft eines bestimmten

Elementes, so erhält man den Strom von 1 Ampère, wenn man jene elektromotorische Kraft im Widerstande von 1 Ohm wirken lässt. Umgekehrt erhält man das Volt, wenn das Ampère gegeben ist, indem man in einem Schliessungskreise von 1 Ohm Widerstand die Stromstärke von 1 Ampère herstellt. Es ist dann die in diesem Kreise herrschende elektromotorische Kraft gleich 1 Volt.

Man hat also für diese Bestimmungen im Wesentlichen die Wahl, ob man von Elementen von constanter elektromotorischer Kraft oder von Strömen von bekannter Stärke ausgehen will.

Elemente mit bekannter elektromotorischer Kraft sind mehrfach construirt worden. Namentlich zu erwähnen sind die Versuche, dem Daniell'schen Element eine mit der Zeit gleichbleibende, sicher und genau herzustellende Einrichtung zu geben, und ferner die Normalelemente von Clark und von Helmholtz.

Die Versuche, ein constantes Daniell herzustellen, sind wohl noch nicht als abgeschlossen anzusehen, und den Elementen von Clark und Helmholtz haftet der praktische Uebelstand an, dass dieselben nur geringe Stromstärken zu ertragen vermögen, so dass man mit grossen Widerständen oder mit Condensatoren arbeiten muss. Einen andern Weg bietet die Construction von Thermoelementen. Obschon dieselben nur geringe elektromotorische Kraft darbieten, macht es keine Schwierigkeit, Säulen mit elektromotorischer Kraft von brauchbarer Grösse zu construiren. Solche Säulen sind z. B. bei Siemens und Halske seit einigen Jahren in Thätigkeit und scheinen sich zu bewähren.

Bei allen vorstehenden Elementen muss deren elektromotorische Kraft einmal absolut bestimmt werden, und sie bieten höchstens den Vortheil der Unveränderlichkeit mit der Zeit dar. Das Volt auf einfachem, praktischem Wege darzustellen, ist bis jetzt nicht gelungen, und man thut daher gut (in der Praxis), diese Bestimmung auf diejenige des Ampère zu begründen.

Die einfachste Definition des Ampère besteht in der Angabe der elektrolytischen Wirkung, das heisst des Niederschlages, welchen diese Stromstärke z. B. in einem Silbervoltameter hervorbringt. Nur auf diesem Wege bietet sich die Möglichkeit dar, alle Stromstärken auf ein sicheres, leicht zu rectificirendes Maass zu reduciren, welches jedenfalls dem wirklichen Werthe des Ampère sehr nahe steht. Nach der neuesten, sorgfältigen Bestimmung, von F. & W. Kohlrausch schlägt der Strom von 1 Ampère in der Stunde 4,03 Gramm Silber nieder.

Lässt man während dieser Niederschlagsbestimmung denselben Strom durch einen Widerstand von bekannter Grösse (in Ohm) gehn, so ist die Spannungsdifferenz an den Enden dieses Widerstandes unmittelbar in Volt gegeben, und es lassen sich also auf diese Weise Instrumente,

welche zur Spannungsmessung dienen sollen, in Volt aichen. Lässt man ferner die als Maass für die elektromotorische Kraft angewendete Säule auf jenes Instrument wirken, so bestimmt sich hierdurch die elektromotorische Kraft jener Säule in Volt.

VII. **Farad.** Erhebliche Ungenauigkeit herrscht im Gebiete der Capacität.

Das Comité der British Association hatte, dem Drängen der Fabrikanten nachgebend, auf einfache, aber nicht genaue Art einen Condensator von 1 Mikrofarad provisorisch hergestellt, welcher dann vielfach copirt und vervielfältigt wurde. Eine genauere Arbeit über Herstellung des Mikrofarads hat dieses Comité nicht gegeben. Man weiss auch nicht, ob das Nöthige geschehen ist, um wenigstens jene provisorische Einheit im Laufe der Jahre zu controliren.

Hierzu kommt, dass die in der Technik zu Messungen verwendeten Condensatoren meist aus Glimmer hergestellt sind, von welchem mehrfach nachgewiesen ist, dass er mit der Zeit Veränderungen in der Capacität erleidet. Einen Etalon aus Glimmer herzustellen, ist daher nur in Verbindung mit fortlaufenden Prüfungen des absoluten Werthes der Capacität möglich, und es empfiehlt sich daher vor Allem, einen Stoff als Dielektricum zu wählen, der mit der Zeit sich nicht verändert.

Bei Siemens und Halske wird als Normaletalon für die Capacität ein Luftcondensator benutzt. Die absolute Bestimmung dieses Luftcondensators geschieht durch Beobachtung der Ladung oder Entladung durch sehr grosse Widerstände.

c. Aufbau des Maasssystems.

VIII. **Verfahren.** Zu der Einrichtung des Maasssystems gehört ausser der Feststellung der Einheiten der Aufbau des ganzen Systems für den ganzen Bereich der in der Technik vorkommenden Grössen oder die Herstellung von einer Anzahl von Maassgrössen, welche einfache Vielfache oder einfache Theile einer Einheit sind.

Für die Etalons dient als Vorbild das Verfahren, welches zum Aufbau des Systems der Gewichte dient. Wie aus der Einheit des Gewichtes, dem Gramm, die Unterabtheilungen, die Decigramm, Centigramm u. s. w. und die Vielfachen, das Kilo u. s. w. abgeleitet werden, so werden im Wesentlichen auch die elektrischen Etalons getheilt und vervielfacht. Dieses Verfahren besteht hauptsächlich darin, dass, um aus einem einfachen Etalon ein Vielfaches desselben abzuleiten, man ebenso viele gleiche einfache Etalons herstellt, als dem Vielfachen entsprechen, und dann einen neuen Etalon gleich der Summe jener einfachen Etalons herstellt. Umgekehrt, um einen Theil der in dem Etalon

repräsentirten Einheit herzustellen, verfertigt man so viele unter sich gleiche Theil-Etalons, als nöthig sind, um deren Summe gleich dem Einheits-Etalon zu machen, und verändert dieselben so lange, bis die Summe gleich jener Einheit wird.

IX. **Widerstand.** Dieses Verfahren wird namentlich bei Widerständen und auch bei Capacitäten ausgeführt; es ist dabei zu beachten, dass ähnlich, wie bei Gewichten, die (relative) Genauigkeit der Justirung jedes einzelnen Etalons bei allen Etalons dieselbe ist, unabhängig von der absoluten Grösse des Etalons.

Z. B. kann bei Widerständen aus Neusilber leicht die Genauigkeit von $\frac{1}{1000}$ der betreffenden Grösse in der Justirung erreicht werden. Ist die Einheit auf $\frac{1}{1000}$ ihres Werthes genau, so kann bei zehn verschiedenen Einheiten der Fehler der Justirung in Summe höchstens $10 \times \frac{1}{1000}$ Einheiten oder gleich $\frac{1}{100}$ Einheit betragen. Die Summe der Widerstände jener zehn Einheiten beträgt aber 10 Einheiten. Es ist also die Summe (10) mit derselben relativen Genauigkeit justirt wie die Einheiten, nämlich mit der Genauigkeit $\frac{1}{1000}$ des eigenen Werthes oder $\frac{1}{100}$ Einheiten. Man sieht, dass auf diese Weise auch ein weit ausgedehntes System von Widerständen in allen Theilen dieselbe Genauigkeit der Justirung erhält.

Ausserdem besitzt man, je weiter ein solches System ausgedehnt ist, um so mehr Gelegenheit zur Controlirung; wenn man z. B. 10 Rollen zu 1, 10 Rollen zu 10, 10 Rollen zu 100 hat, so dienen als Controlen die Messungen: die Vergleichung einzelner Zehner-Rollen mit der Summe der Einer, die Vergleichung einzelner Hunderter-Rollen mit 10 Rollen der Zehner, oder die Vergleichung einer Hunderter-Rolle mit 9 Zehnern und 10 Einer-Rollen. Kommen hierzu 10 Rollen zu 1000, so gewinnt man zwei weitere Controlmessungen u. s. w.

Ausserdem besitzt man bei Widerstandsmessungen das Mittel der sogenannten Uebersetzung, das heisst der Anwendung von Zweigen verschiedener Grösse in der Wheatstone'schen Brücke. So lässt sich z. B. mit einer Uebersetzung von 1 zu 10 jede Einer Rolle mit einer Zehner Rolle vergleichen. Für genaue Messungen jedoch sieht man von diesem Mittel ab, da hierdurch leicht constante Fehler in das System gelangen, ganz ähnlich wie bei genauen Waagen, bei welchen man stets Gleiches mit Gleichem vergleicht und ungleiche Hebelarme bei genauerem Arbeiten vermeidet.

Eine den Widerständen eigenthümliche Fehlerquelle (für genaue Messungen) bieten die sogenannten Stöpselfehler, welche bei niedrigen Widerständen mitunter ganz erhebliche Irrthümer hervorrufen können. Bei der gewöhnlichen Einrichtung der Widerstandskästen bildet die ganze Reihe der Messingklemmen mit allen fest eingesteckten Stöpseln

einen ziemlich constanten kleinen Werth (bei den grösseren Widerstandskästen von Siemens und Halske etwa 0,002 S. E.), der stets einfach in Rechnung tritt, gleichviel ob man viele oder wenige Stöpsel herausgezogen hat. Da die einzelnen Rollen natürlich so justirt sind, dass sie einzeln mit Einrechnung dieses Stöpselwiderstandes ihrem richtigen Werthe entsprechen, so geht daraus hervor, dass, wenn man mehrere Rollen zugleich einschaltet, der auf diese Weise eingeschaltete Widerstand etwas zu klein ist, und dass daher für genauere Messungen der Stöpselwiderstand besonders in Rechnung zu ziehen ist. Aus diesem Grunde ist bei den Dekaden-Widerständen von Siemens und Halske dieser Stöpselwiderstand durch veränderte Anordnung und durch Anwendung eines einzigen grösseren Stöpsels auf ein Minimum reducirt.

Weil das Geschäft des Aufbauens der Widerstände ein immerhin delicates und mühsames ist, empfiehlt es sich für möglichst sorgfältige Herstellung von Widerstandskästen, für jeden der vorkommenden Widerstandswerthe eine besondere Normalrolle zu halten.

X. **Capacität.** Bei den Condensatoren ist das Bedürfniss nach Theilung und Vervielfachung noch weniger hervorgetreten; man verfährt jedoch in diesem Falle ganz analog wie bei Widerständen.

XI. **Stromstärke und elektromotorische Kraft.** Leichter ist der Aufbau des Systems bei jenen elektrischen Begriffen, welche nicht durch Etalons dargestellt werden können, namentlich bei der Stromstärke und der elektromotorischen Kraft. Die Mittel, die Vielfachen und Theile dieser Grösse aus den bezüglichen Einheiten abzuleiten, liegen einfach in der Anwendung der Widerstandsskalen, welche überhaupt als die Grundlage des genaueren elektrischen Messens anzusehen sind.

Um Ströme in genauer Weise zu vervielfachen oder zu theilen, benutzt man Parallelschaltung von 2 Zweigen, deren Widerstände man so wählt, dass entweder zwischen den Strömen der beiden Zweige, oder zwischen dem Strom im einen Zweig und dem Hauptstrom das gewünschte Verhältniss herrscht. Will man z. B. aus dem Strom 1 den Strom 10 ableiten, so giebt man den Widerständen der beiden Zweige Werthe, die sich verhalten wie 1 zu 9; ist alsdann der im Zweige mit dem Widerstande 9 herrschende Strom gleich 1, so ist der Hauptstrom gleich 10. Oder man giebt den beiden Zweigen die Werthe 1 und 10; dann werden sich die in denselben herrschenden Ströme verhalten, wie 10 zu 1. Es ist leicht ersichtlich, dass man mit Hülfe guter Widerstandsskalen auf diese Weise jede beliebige Vervielfachung und Theilung des Stromes erreichen kann.

Um die Spannung gleichsam zu vervielfältigen oder zu theilen, werden Widerstände hintereinander geschaltet; da in einem einfachen



Stromkreise die Spannungsdifferenzen an den eingeschalteten Widerständen proportional der Grösse jener Widerstände sind. Hat man z. B. einen Kreis gebildet aus einer Batterie und dem Widerstand 100, bestehend aus 100 gleichen Rollen oder Drahtstücken, und ist ferner die Spannungsdifferenz an den Enden einer Rolle gleich 1 Volt, so beträgt die Spannungsdifferenz an 10 Rollen 10 Volt, an 100 Rollen 100 Volt u. s. w.

§. 16.

Die elektrischen Messungen bei der Herstellung der Leitung.

I. **Allgemeines.** Die elektrische Güte der Leitung, das heisst ihre Sprechfähigkeit, sowohl der oberirdischen als der unterirdischen und unterseeischen, beruht, wie wir im 2. Bande (S. 337) bereits besprochen haben auf der Grösse des Produktes: Capacität × Widerstand. Hierzu tritt noch die Beschaffenheit der Isolation, von welcher die Haltbarkeit der Leitung abhängt.

Bei oberirdischen Leitungen spielt die Capacität nur bei ganz langen Strecken eine Rolle, und die Ladungserscheinungen an oberirdischen Leitungen sind an Grösse von derselben Ordnung, wie die Inductionswirkungen in den Elektromagneten der Schreibapparate, welche theilweise ganz ähnlich der Ladung der Leitung wirken.

Bei Kabeln dagegen spielt die Capacität eine wichtige Rolle, und die genaue Verfolgung der Eigenschaften des Kabels in dieser Hinsicht ist ebenso wichtig, wie die Prüfung des Widerstandes der Kabelseele.

Die Isolation ist bei Kabeln für die Lebensdauer derselben die entscheidende Grösse, während bei oberirdischen Linien dieselbe meist durch die Construction der Isolatoren gegeben ist, also geringere Aufmerksamkeit erfordert.

Man sieht, dass die elektrischen Messungen bei der Herstellung der Leitungen zum grossen Theil Widerstandsmessungen sind, da sowohl die Prüfung der Leitungsfähigkeit als der Isolation darauf hinauskommt.

Die Eintheilung, welche wir im Folgenden zu Grunde legen, richtet sich nach den der Technik gestellten Aufgaben. Die Methoden, welche zur Lösung dieser Aufgaben verwendet werden, beschreiben wir nur gelegentlich der Behandlung dieser Aufgabe, ebenso die dazu gehörigen Messinstrumente, so weit sie nicht bereits im 2. Bande erwähnt worden sind.

a. Prüfung der Leitungsfähigkeit der Leitung.

II. **Grundmaass der Leitungsfähigkeit.** In Bezug auf das Grundmaass der elektrischen Leitungsfähigkeit stehen sich verschiedene Gebräuche gegenüber.

Vorab ist zu erwähnen das von Werner Siemens vorgeschlagene System, wonach die Leitungsfähigkeit aller Materialien bezogen wird auf diejenige von Quecksilber bei 0° C., nach welchem also in jedem einzelnen Fall die Leitungsfähigkeit eines Körpers von bestimmter Gestalt und bei bestimmtem Ein- und Austritt des Stromes gleich ist dem Verhältnisse des Widerstandes desselben Körpers, wenn derselbe von Quecksilber ausgefüllt wäre, zu dem wirklichen Widerstande des Körpers. Diese Definition der Leitungsfähigkeit schliesst sich unmittelbar an die Definition der Siemens'schen Einheit an, und bietet den praktisch nicht geringen Vortheil, dass, wenn die Leitungsfähigkeit und die Dimensionen eines Körpers bekannt sind, der Widerstand desselben ohne Weiteres in Siemens'schen Einheiten berechnet werden kann, während dies bei allen andern Berechnungsarten nur mit Hilfe eines gewissen Coefficienten möglich ist.

Diesem System, welches nur in Deutschland sich eine allgemeinere Geltung verschafft zu haben scheint, steht der in England herrschende Gebrauch gegenüber, wonach die Leitungsfähigkeit von Kupfer auf diejenige des chemisch reinen Kupfers bezogen wird, während bei Eisen, Stahl und den übrigen in Betracht kommenden Materialien überhaupt kein allgemeineres Maass der Leitungsfähigkeit angegeben, sondern nur der Widerstand z. B. von 1 Kilometer bei dem betreffenden Querschnitte genannt wird.

Zunächst ist zu bemerken, dass, je mehr die Anwendung von anderen Metallen ausser Kupfer und Eisen, namentlich Metalllegirungen, für elektrische Leitungen sich ausbreitet, um so mehr auch das Bedürfniss nach einer allgemeinen Klassifikation der Leitungsfähigkeit auftritt und daher wohl schliesslich jenen nur auf einzelne Fälle passenden Gebrauch verdrängen wird.

Aber abgesehen hiervon ist für denjenigen Körper, bei dessen Leitungsfähigkeitsprüfung die grösste Genauigkeit erfordert wird, nämlich bei dem Kupfer, die Beziehung der Leitungsfähigkeit auf chemisch reines Kupfer nicht mehr stichhaltig.

Jemehr der Fabrikant von elektrischen Leitungen im Verein mit den das Metall vorbereitenden oder liefernden Fabrikanten in die Kenntniss des Zusammenhanges zwischen elektrischer Leitungsfähigkeit eines Metalles mit seiner chemischen und physikalischen Constitution

gelangt, um so mehr verlieren sich die gesetzmässigen Anhaltspunkte, welche man in dieser Beziehung früher als feststehend angenommen hat.

Hauptsächlich scheint die Art der Bearbeitung auf die inneren physikalischen Beschaffenheiten eines Metallstückes und seine elektrische Leitungsfähigkeit wenigstens eben so viel Einfluss auszuüben, als geringe Beimengungen fremder Metalle oder fremder Stoffe überhaupt. Zerschneidet man z. B. einen mit möglichster Sorgfalt aus möglichst reinem Kupfer gegossenen Würfel in kleine Stäbchen und misst deren Leitungsfähigkeit, so ergeben sich ganz erhebliche Unterschiede, je nachdem namentlich die Stäbchen aus der Mitte oder aus den Theilen in der Nähe der Oberfläche stammen. Ferner ist bekannt, dass die Leitungsfähigkeit eines Kupferdrahtes sich verändert durch blosses Ziehen oder Glühen, wenn auch die chemische Beschaffenheit genau gleichgehalten wird durch Verhinderung der Oxydation oder durch Entfernung des Oxydes von der Oberfläche.

Bedenkt man nun, welchen zahlreichen und verschiedenen physikalischen Einflüssen ein Stück Kupfer unterworfen wird, bevor es eine zur Prüfung der Leitungsfähigkeit passende Form erhält, so ist ersichtlich, dass auch bei vollkommener chemischer Reinheit zur Definition der Leitungsfähigkeit eine genaue Angabe jener physikalischen Processe gehört; auch wenn das Kupfer auf elektrolytischem Wege gewonnen wird, hängt wahrscheinlich die Leitungsfähigkeit desselben von der Stromdichtigkeit ab, mit welcher es niedergeschlagen wurde, und endlich ist durchaus nicht erwiesen, ob auch bei Kupfer, welches mit der passendsten Stromdichtigkeit niedergeschlagen ist, dessen Leitungsfähigkeit durch geeignete mechanische Behandlung nicht noch erhöht werden kann.

Es geht hieraus hervor, dass es sehr schwierig ist, die Leitungsfähigkeit des chemisch reinen Kupfers nur mit der Genauigkeit festzustellen, welche die Technik verlangt. Es ist vielfach in neuester Zeit behauptet worden, dass es gelungen ist, Kupferdräthe zu fabriciren, welche eine höhere Leitungsfähigkeit zeigen, als der durch Dr. Matthiessen in London angefertigte Normaletalon aus elektrolytischem Kupfer. Der leitende Gedanke aber bei der Aufstellung des Etalons aus chemisch reinem Kupfer war offenbar der, dass dieses Kupfer das Maximum der bei Kupfer erreichbaren Leitungsfähigkeit besitze. Stellt sich diese Annahme als ungenau heraus, so verliert überhaupt diese Art der Klassifikation ihren Werth.

Nach wiederholten Prüfungen, bei Siemens und Halske, von Kupferdräthen, welche zuvor in England nach der dort gebräuchlichen Methode geprüft worden waren, entspricht dem von Dr. Matthiessen aufgestellten Werthe der Leitungsfähigkeit von chemisch reinem Kupfer der Werth 58,9 im Verhältniss zu Quecksilber bei 0° C.



III. **Methoden der Bestimmung.** Um die Leitungsfähigkeit eines Körpers zu bestimmen, müssen sein Widerstand und die Dimensionen gemessen werden, also bei einem Cylinder oder drahtförmigen Körper Länge und Querschnitt; ausserdem muss der Temperaturcoefficient in Bezug auf Widerstand bekannt sein, um den gefundenen Werth auf 0° C. zu reduciren. Bei Cylindern oder drahtförmigen Körpern, welche wir hier gleich in Betracht ziehen, hat man, wenn k die Leitungsfähigkeit, L die Länge in Metern, Q der Querschnitt in Quadratmillimetern und W der Widerstand in S. E. bei der Temperatur t, α der Temperaturcoefficient:

$$W = \frac{(1 + \alpha t)}{k \frac{Q}{L}};$$

hieraus folgt

$$k = \frac{L (1 + \alpha t)}{W Q}.$$

Die Länge wird stets mit Maassstäben gemessen.

Um den Querschnitt zu bestimmen, bietet sich einmal die directe Messung mittels Maassstäben, wenn der Querschnitt als rund vorausgesetzt werden darf, dann aber auch die Bestimmung mit Hilfe des Gewichts.

Bei dickeren Drähten (von etwa 2 Millimeter Durchmesser an) kann man unbedenklich den Durchmesser mittels des Kalibermaassstabes an einer Reihe von Stellen bestimmen und das Mittel ziehen. Bei dünneren Drähten ist dies um so weniger anzurathen, je dünner der Draht ist, weil sowohl der Fehler der Messung mittels des Kalibermaassstabes verhältnissmässig grösser wird und ausserdem dünnere Drähte verhältnissmässig viel ungleicher gezogen sind als dickere.

Für dünne Drähte bedient man sich der Bestimmung des Querschnitts aus dem Gewicht. Ein Stück des Drahtes von bekannter Länge, womöglich derselben, welche zur Widerstandsbestimmung gedient hat, wird gewogen und sein specifisches Gewicht bestimmt, wenn es nicht schon anderweitig bekannt ist. Ist G das Gewicht, s das specifische Gewicht (= dem Gewichte der Raumeinheit) so ist $G = s\,L\,Q$, also

$$Q = \frac{G}{s\,L}.$$

Setzen wir dies in obige Formel für die Leitungsfähigkeit, so kommt

$$k = \frac{s\,L^2 (1 + \alpha t)}{W\,G}.$$

In Bezug auf das specifische Gewicht bediene man sich nur im Nothfalle der in technischen Werken angegebenen Zahlen, da namentlich bei Eisen diese Angaben erheblich von den für Telegraphendrähte

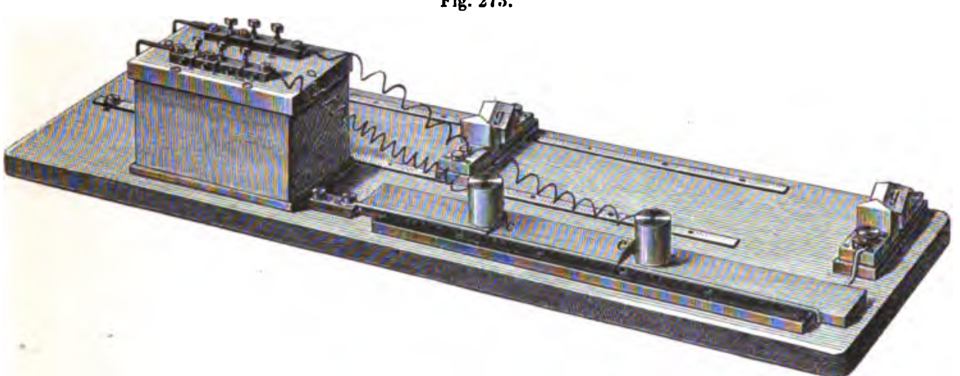


geltenden Werthen abweichen können. Für Kupfer, das ja meist in beinahe reiner Qualität verwendet wird, bedient man sich bei Siemens und Halske des Werthes: s = 8,96.

IV. **Bestimmung des Widerstandes.** Um bei Drähten, die nicht zu kurz und nicht zu dünn sind, den Widerstand zu bestimmen, bedient man sich der gewöhnlichen Methoden, welche wir weiter unten ausführlicher erörtern werden.

V. **Bestimmung sehr kleiner Widerstände.** Für dickere, kurze Drähte oder gar für dicke Stücke, wie sie beinahe ohne weiteres aus dem Schmelzofen hervorgehen und welche sehr kleine Widerstände besitzen, reichen die gewöhnlichen Methoden nicht aus, weil namentlich die Uebergangswiderstände, d. h. die Widerstände, die zwischen den Klemmen der Messbrücke und den eingeklemmten Metallstücken auftreten, zu sehr in's Gewicht fallen und durch die gewöhnlichen Methoden sich auf keine Weise bestimmen lassen. Jedoch besteht für die Bestimmung solcher Widerstände ein lebhaftes Bedürfniss in der

Fig. 273.

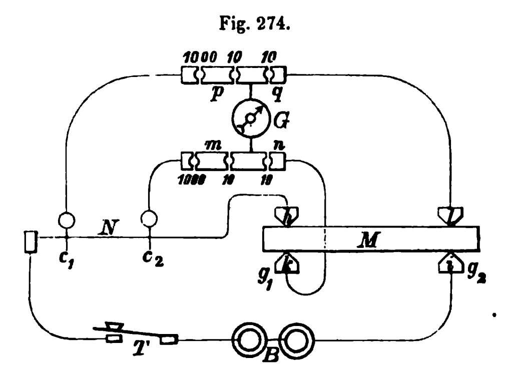


Technik, namentlich seitdem sich ein so reges Bestreben zeigt, um auch für gewöhnliche Zwecke reines Kupfer und reines Eisen zu liefern, da der Hüttenmann nur durch directe Prüfung der Leitungsfähigkeit sich des guten Ausfalles des hüttenmännischen Processes versichern kann und diese Prüfung langwierig und ungenau wird, wenn er genöthigt ist, das betreffende Gussstück erst in Drähte von gewöhnlicher Dicke zu ziehen.

Zu diesem Zwecke dient eine von Siemens und Halske construirte, in Fig. 273 abgebildete und in Fig. 274 schematisch dargestellte Modification der sogenannten Thomson'schen Doppelbrücke, mittels welcher es möglich ist, Widerstände bis zu 1 Millionstel S. E. unabhängig von den Uebergangswiderständen zu bestimmen.

Das Metallstück M, dessen Widerstand zu messen ist, wird in die Messinggabeln g_1 und g_2 gelegt, wobei die bewegliche Gabel möglichst weit von der festen Gabel abgestellt wird; genügt das eigene Gewicht des Stückes nicht zur Sicherung der Contacte, so werden noch Gewichte aufgelegt. Im Hauptstromkreise sind die Batterie B (2 bis 4 Bunsenelemente), der Taster T, der Messdraht N aus Neusilber und das zwischen den Gabeln g_1 und g_2 ruhende Metallstück M hintereinander geschaltet. Auf dem Neusilberdrahte N lassen sich zwei messerartige Contacte c_1 und c_2 verschieben; diese Contacte, der Widerstandskasten, das Spiegelgalvanometer G und die Gabelstücke k und l sind in der in Fig. 274 angegebenen Weise miteinander verbunden. In den Zweigen q und n wird stets je 10 S. E., in den Zweigen m und p entweder je 10 S. E., oder je 1000 S. E. eingeschaltet. Man sucht nun die

Fig. 274.



Stellung der beiden Contacte c_1 und c_2, bei welcher das Galvanometer G bei gedrücktem Taster T keinen Strom anzeigt. Wenn diese Stellung gefunden ist und das Widerstandsverhältniss $\frac{n}{m}$ gleich dem Verhältniss $\frac{q}{p}$ ist, wenn ferner M den Widerstand des Metallstückes zwischen den Punkten h und i, und N den Widerstand des Messdrahtes zwischen c_1 und c_2 bedeutet, so ist

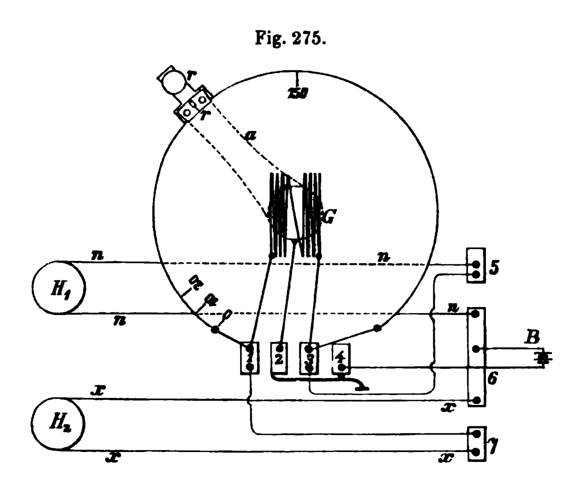
$$M = N\frac{n}{m} = N\frac{q}{p}.$$

Hat man z. B. $n = q = 10$ S. E., $m = p = 1000$ S. E. gestöpselt und ist $N = 0{,}0053$ S. E., so ist $M = 0{,}000\,053$ S. E.

VI. **Apparat zur Bestimmung der Leitungsfähigkeit von Drähten.** Derjenige Fall der Technik, in welchem es auf möglichst genaue Erzielung eines vorher bestimmten Widerstandes und zugleich auf möglichst hohe Leitungsfähigkeit des Materials ankommt, ist die Herstellung der Kupferseele eines Kabels. In diesem Fall ist dem Fabrikanten

gewöhnlich so wohl das Maximum des Widerstandes, als ein Maximum des Querschnitts, weil durch Vergrösserung des Querschnitts auch die Ladung vergrössert wird, vorgeschrieben, so dass ihm sowohl in Bezug auf Widerstand als auf Leitungsfähigkeit nur ein enger Spielraum bleibt. Es muss daher sowohl der Drahtlieferant als der Fabrikant des Kabels continuirliche Messungen des Widerstandes und der Leitungsfähigkeit einführen, da es ausserdem gar nicht möglich ist, die betreffenden Verhältnisse beim Drahtziehen genau zu treffen; man hält sich nicht nur eine einzige, sondern eine Reihe verschiedener Drahtsorten, das heisst von etwas verschiedenem Querschnitt, durch deren Gemisch bei der Verspinnung zur Drahtlitze erst der richtige Widerstand erzielt wird.

Fig. 275.



Ein Apparat, welcher dazu dient, um in schnellster Weise mit genügender Genauigkeit Leitungsfähigkeit und Widerstand der Drähte zu bestimmen, ist der in Fig. 275 skizzirte Apparat für die Leitungsfähigkeit von Kupfer von Siemens und Halske, mittels dessen es einem geschickten Arbeiter ohne weitere Vorkenntniss möglich ist, bis 10 Proben in der Stunde zu bestimmen. Derselbe besteht aus einem Universalgalvanometer (vgl. VIII. und **2**, 428), bei welchem die Rollen aus Neusilberdraht durch einen Normalkupferdraht n ersetzt sind. Der zu messende Kupferdraht x wird zwischen den Klemmen 6 und 7 so eingespannt, dass seine Länge, von Klemme zu Klemme, 1 Meter beträgt; sein Widerstand (im Verhältniss zum Normaldraht) wird in gewöhnlicher Weise gemessen, dann wird der zu messende Draht hart an den Klemmen abgeschnitten und sein Gewicht bestimmt. Eine Tabelle gestattet, aus dem bei der Widerstandsmessung abgelesenen

Stande des Contacts am Brückendraht und dem Gewichte direct die Leitungsfähigkeit des zu messenden Drahtes (im Verhältniss zu Quecksilber) abzulesen.

Die Messung ist unabhängig von der Temperatur, da die beiden zu vergleichenden Drähte aus demselben Metall bestehen.

VII. **Widerstandsmessungen bei der Fabrikation eines Kabels.** Nachdem man sich durch eben beschriebene Messungen des Widerstandes und der Leitungsfähigkeit jedes einzelnen Drahtringes versichert hat, muss dennoch der Widerstand der aus jenen Drähten gebildeten Kupferlitze in jedem Stadium der Fabrikation neu geprüft werden; im Unterlassungsfalle könnten sich leicht erhebliche Irrthümer einstellen. Das Kupfer namentlich erleidet — bei der ausserordentlichen Weichheit, welche das hier verwendete Kupfer besitzt — bei jedem mechanischen Process eine Veränderung sowohl im Querschnitt als vielleicht auch in der molecularen Beschaffenheit, Veränderungen, welche unausgesetzt überwacht werden müssen.

So ist z. B. die Thatsache bekannt, dass eine aus gutem Kupferdraht gewickelte Rolle eine Reihe von Tagen nach dem Wickeln bedeutende Veränderungen im Widerstande zeigt. Ob diese Veränderung bloss in allmählicher Veränderung des Querschnittes in Folge elastischer Nachwirkung, oder vielleicht auch in molecularen Veränderungen ihren Grund hat, ist nicht bekannt.

Ebenso findet man nicht ganz unerhebliche Veränderungen, wenn man mehrere Kupferdrähte zu einer Kupferlitze verspinnt. Es kommt hierbei sowohl der Drall der Litze, als auch die bei dem Verspinnen angewendete Zugkraft in Betracht. Dadurch, dass die Kupferdrähte in der Litze spiralig zusammengewunden werden, wird der Querschnitt der Kupferlitze grösser als die Summe der Querschnitte der einzelnen Drähte; andererseits aber bewirkt die beim Verspinnen wirkende Zugkraft eine Verringerung des Querschnitts. Es hängt also ganz vom Drall und von der Art der Verspinnung ab, ob der Widerstand der Litze grösser oder kleiner ausfällt, als der Widerstand der gerade ausgedehnt gedachten Kupferdrähte von gleicher Länge wie die Litze. (Vgl. Handbuch, **2**, 304.)

VIII. **Apparate für Widerstandsmessungen an fertigen Leitungen.** Um den Widerstand fertiger Leitungen, sei es in der Fabrik, sei es beim Legen, sei es nach dem Legen während des Gebrauches zu bestimmen, bedient man sich der bekannten schon im **2.** Bande (Anhang) beschriebenen Methoden und Instrumente.

Man hat im Wesentlichen die Wahl zwischen den Methoden der Wheatstone'schen Brücke und des Differential-Galvanometers.



Wenn auch das letztere durchaus nicht ausser Gebrauch gekommen ist, so ist doch die Wheatstone'sche Brücke entschieden beliebter für den Gebrauch und zwar wohl desshalb, weil zu derselben ein gewöhnliches Galvanometer verwendet werden kann, während das Differential-Galvanometer in der Justirung sowohl als auch im Gebrauch besonderer Vorsicht bedarf. Der Vortheil, der für die Praxis schwerwiegend ist, dass der gesuchte Widerstand unmittelbar gleich ist den an dem Messwiderstand gefundenen Widerstand oder einem einfachen Vielfachen desselben, ist beiden Methoden gemeinsam, so lange ohne „Uebersetzung" gemessen wird, d. h. mit gleichen Zweigen.

Differential-Galvanometer mit verschiedenen Zweigen werden in der Praxis kaum angewendet, weil Justirung und Gebrauch noch grösserer Vorsicht bedürfen.

Dagegen bietet die Wheatstone'sche Brücke den Vortheil, solche Uebersetzungen mit grösster Leichtigkeit und mit für die Praxis genügender Genauigkeit anzuwenden.

Die Widerstandsmessungen mittels Differential-Galvanometers beschränken sich daher in der Praxis auf Anwendung gleicher Zweige. Sind die Widerstände beider Zweige des Galvanometers genau gleich, so ist der an dem Messwiderstand gefundene Widerstand gleich dem gesuchten Widerstand. Sind die beiden Widerstände der Galvanometerzweige nicht ganz gleich, so ist die Differenz in Rechnung zu bringen. Wenn nämlich a und b die Widerstände der Galvanometerzweige, w der am Widerstandskasten gefundene Widerstandswerth, so hat man für den gesuchten Widerstand x:

$$a + w = b + x,$$
$$x = w + a - b$$

Für die gewöhnlichen Widerstandsmessungen mittels der Wheatstone'schen Brücke bedient man sich namentlich zweier Formen: der Drahtbrücke und der Brücke aus Stöpselwiderständen.

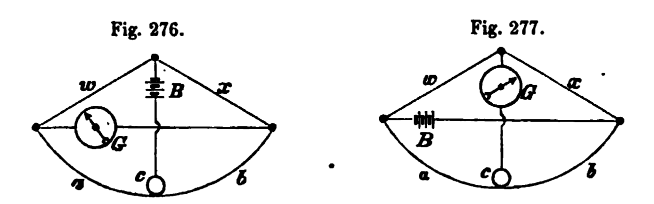
Bei beiden Apparaten wird der gesuchte Widerstand mit einem Widerstand von bekannter Grösse verglichen. Wir nennen den letzteren in der Folge Vergleichswiderstand. Die beiden übrigen Zweige, welche zur Herstellung des Brückenschema's nöthig sind, nennen wir Brückenzweige.

Bei der Drahtbrücke, Fig. 276, ist der Vergleichswiderstand (w) ein fester, dagegen das Verhältniss der Brückenzweige (a, b) veränderlich, indem dieselben aus einem Draht von bestimmter Länge bestehen, längs dessen ein die Batterie B einführender Contact c verschoben werden kann. Es versteht sich, dass man diese Einrichtung auch dahin abändern kann, (vergl. Fig. 277), dass die Batterie B nicht durch jenen

verschiebbaren Contact *c* eintritt, sondern an einem Ende des Brückendrahtes, und jener Contact mit dem Galvanometer *G* verbunden wird.

Es wird also bei der Drahtbrücke das Verhältniss des gesuchten Widerstandes *x* zu dem Vergleichswiderstand *w* gleich demjenigen der beiden Brückenzweige gemacht durch Verschiebung jenes Contactes, und man sucht dieses letztere Verhältniss direct aus den Längen abzulesen.

Hierbei muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass, wenn ein Brückendraht von nicht bedeutender Länge ohne weitere Vorsicht angewendet wird, und zwar im gespannten Zustand, wie gewöhnlich, Fehler von mehreren Procenten leicht auftreten können. Spannt man als Brückendraht einen auch noch so genau gezogenen Draht von Neusilber, Platin, Platiniridium, Platinsilber u. s. w. zwischen 2 Klemmen und führt eine Reihe von Widerstandsbestimmungen aus, indem man das Längenverhältniss der Zweige zu Grunde legt, so findet man, dass die Theile in der Nähe der Klemmstellen gleichsam zu klein sind. Es rührt dies davon her, dass der Widerstand der betreffenden Messingklemme und der Uebergangswiderstand von Klemme auf Draht für die Messungen



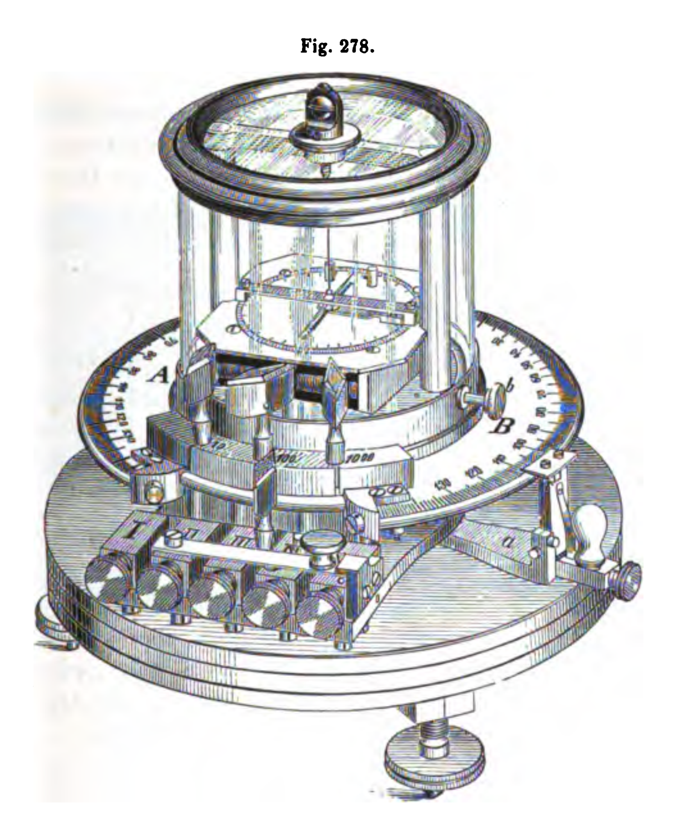
zu dem Drahtwiderstande hinzuzurechnen ist, aber in Wirklichkeit nicht mitgezählt wird, wenn bloss die Längen gemessen werden; vielleicht wirken auch noch andere Gründe mit, welche in den verschiedenen Spannungen des Drahtes liegen. Der Klemmenwiderstand ist bei allen diesen Brücken nicht zu vernachlässigen, weil man aus andern Gründen die Drähte nicht so dünn wählen kann als nöthig ist, damit der Klemmenwiderstand ausser Rechnung fällt.

Bei einer sorgfältiger gearbeiteten Drahtbrücke muss der Draht durch Abschleifen so justirt werden, dass das Verhältniss der Längen auch dem Verhältniss der Widerstände wenigstens so weit entspricht, als die gewünschte Genauigkeit der Messung beträgt.

Eine der bekanntesten Drahtbrücken, welche zur Messung von Widerständen von $\frac{2}{100}$ S. E. bis 50 000 S. E. dient, ist das Universalgalvanometer von Siemens und Halske (Fig. 278), dessen Beschreibung wir aus dem 2. Bande (S. 428) wiederholen. In einem cylindrischen Glasgehäuse mit abschraubbarem Deckel befindet sich ein astatisches Nadelgalvanometer mit Theilkreis. Die obere Nadel dient zugleich als

Zeiger, das Nadelpaar ist an einem Coconfaden aufgehängt, der durch eine in der Mitte des Glasdeckels befindliche Schraube gehoben und gesenkt werden kann; die seitlich angebrachte Schraube *b* setzt die Arretirungsvorrichtung in Bewegung; die Wickelung des Galvanometers hat 100 S. E. Widerstand und ungefähr 1600 Umwindungen. Unter dem Glasgehäuse dehnt sich eine kreisförmige Schieferplatte mit Kreistheilung aus; längs dem Rande derselben zieht sich eine Nuth hin, in

Fig. 278.

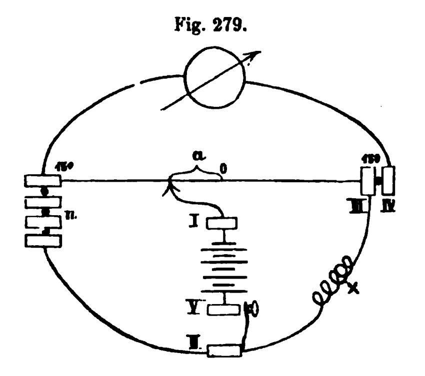


welche der neusilberne Brückendraht eingelegt ist; dieser Draht ist so kalibrirt, dass er an allen Stellen bei gleicher Länge gleichen Widerstand besitzt. Der Draht ist in 300 Grade getheilt; der Nullpunkt befindet sich in der Mitte, die beiden Hälften sind mit *A* und *B* (*A* links, *B* rechts) bezeichnet. Längs diesem Drahte lässt sich ein Arm *a* verschieben, welcher um die Axe des Instrumentes drehbar ist und den Laufcontact in Form einer auf den Draht drückenden, beweglichen Platinrolle *r* trägt.

Unter der Schieferplatte befinden sich die Neusilberdrähte, aus denen der Vergleichswiderstand (*n* in Fig. 279) zusammengesetzt ist; die Enden sind in der bei Widerstandsskalen gebräuchlichen Weise an Klemmen mit Stöpseleinrichtung geführt; die den einzelnen Widerständen entsprechenden Stöpsellöcher sind mit 10, 100, 1000 bezeichnet; in das Loch 10 lässt sich ausserdem ein Widerstandsstöpsel stecken, der diesen Widerstand auf 1 E. reducirt. Unter der Schieferplatte, nach Vorne, sitzt ferner ein Gestell, welches die Klemmen I bis V, mit einem kleinen Taster zwischen II und V und einem Stöpselloch zwischen III und IV trägt.

Wie das Instrument zur Bestimmung von elektromotorischen Kräften zu gebrauchen ist, haben wir bereits Bd. 2, S. 421 angedeutet; Fig. 279 zeigt die Schaltung, welche vorzunehmen ist, um das Instrument als Wheatstone'sche Brücke zu benutzen. Stöpselloch III, IV ist zu stöpseln,

Fig. 279.



von den Vergleichswiderständen *n* ist derjenige einzuschalten, dessen Werth dem unbekannten Widerstand *x* muthmasslich am nächsten liegt; *x* ist zwischen II und III einzuschalten. Wenn α die Ablesung des Laufcontacts bei eingestelltem Gleichgewicht, so hat man

$$\text{auf der } A\text{-Seite:} \quad x = \frac{150 + \alpha}{150 - \alpha}\, n,$$

$$\text{auf der } B\text{-Seite:} \quad x = \frac{150 - \alpha}{150 + \alpha}\, n.$$

Der Werth der Brüche $\frac{150 + \alpha}{150 - \alpha}$ und $\frac{150 - \alpha}{150 + \alpha}$ wird einer dem Instrument beigegebenen Tabelle entnommen.

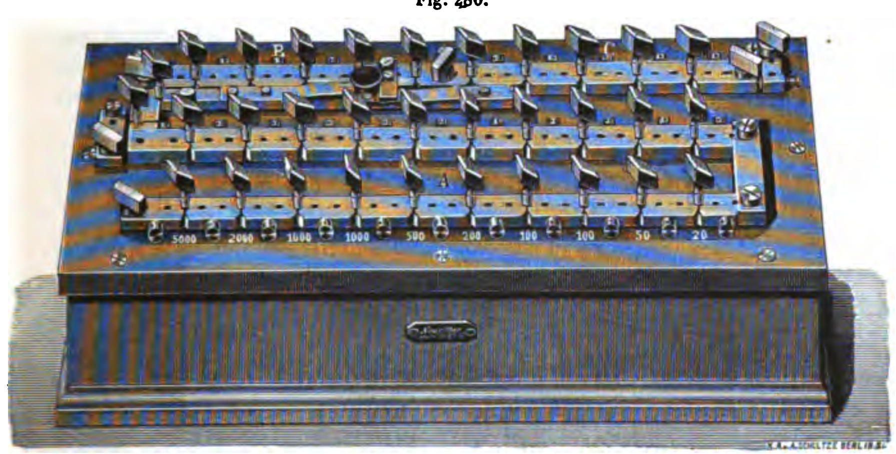
Eine ausführliche Gebrauchsanweisung enthält die dem Instrument beigegebene Beschreibung. Es lassen sich mit dem Instrument Widerstände von 0,02 S. E. bis 50 000 S. E. messen und Fehler nach einer weiter unten beschriebenen Methode bestimmen; auch lässt sich das Galvanometer getrennt benutzen.

Das Instrument lässt sich ausserdem zur Messung von elektromotorischen Kräften, zu Widerstandsbestimmungen von Elementen und Batterien und zur Fehlerbestimmung verwerthen. Die Genauigkeit, welche mit demselben bei der Widerstandsmessung erreicht wird, beträgt ungefähr 1 %, bei ungefähr gleichen Brückenzweigen; um so weniger, je ungleicher die Brückenzweige sind.

Bei feineren Messungen, namentlich bei Kabelmessungen, zieht man Brücken aus Stöpselwiderständen vor.

Bei diesen Brücken bestehen die Brückenzweige aus Widerstandsrollen, die in einfachen dekadischen Verhältnissen stehen und nach Belieben durch Stöpsel eingeschaltet werden können, und aus dem als

Fig. 280.



Vergleichswiderstand dienenden Widerstandskasten; Brückenzweige und Vergleichswiderstand sind meist in einem Kasten vereinigt.

Diese Einrichtung gewährt einerseits den Vortheil, dass der gesuchte Widerstand, abgesehen vom Komma, stets gleich dem am Widerstandskasten gefundenen Widerstand ist, während bei der Drahtbrücke zu seiner Bestimmung eine Rechnung oder Benutzung einer Tabelle nöthig ist, und ausserdem die Möglichkeit der Anwendung von Uebersetzungen in Brückenzweigen (1 zu 10, 1 zu 100 u. s. w.) zur Vergrösserung des Messbereichs, was bei der Drahtbrücke nur durch Anwendung verschiedener Vergleichswiderstände (1, 10, 100) erreicht wird.

Ein solcher Apparat ist der Universalwiderstandskasten von Siemens und Halske (Fig. 280), welcher hauptsächlich als Messbrücke, aber auch zu andern Zwecken, Bestimmung der elektromotorischen Kraft u. s. w. verwendet werden kann.

Das Anwenden von Uebersetzungen muss mit Vorsicht geschehen und zwar um so mehr, je grösser die Uebersetzung ist. Dies ist namentlich desshalb nöthig, weil die zu der Brücke gehörigen Leitungen, Klemmen, Widerstände u. s. w. bei gleichen Zweigen nicht in Rechnung fallen, sobald sie in den zu einander gehörigen Zweigen gleich oder ähnlich sind, aber um so mehr zu Fehlern Veranlassung geben, je verschiedener, je ungleicher die zu einander gehörigen Zweige sind; es ist desshalb zu empfehlen, bei grossen Uebersetzungen das Verhältniss der Brückenzweige durch genau bekannte Widerstände festzustellen und die auf diesem Wege erlangte Correction in Betracht zu ziehen.

Da meistens die zu bestimmenden Widerstände nicht direct an die Brücke geführt werden können, sondern durch Zuleitung verbunden werden müssen, ist der Widerstand dieser Zuleitungen für sich zu bestimmen und von der für Zuleitung + unbekannten Widerstand gefundenen Grösse in Abrechnung zu bringen. Es geschieht dies einfach, indem man die Zuleitungen unter sich kurz verbindet und ihren Widerstand misst.

b. Messungen der Kabel während der Fabrikation.

IX. **Spiegelgalvanometer und Zubehör.** Das wichtigste und, so zu sagen, einzige Instrument des Kabelelektrikers ist das Spiegelgalvanometer, dessen allgemeine Construction im 2. Bande (S. 384 ff.) beschrieben ist.

Da der Kabelelektriker ziemlich häufig in die Lage kommt, die äusserste Empfindlichkeit dieser Instrumente zu benutzen, namentlich bei Messungen der Isolation von kurzen Kabeln und Löthstellen, ist höchste Empfindlichkeit Vorbedingung für ein solches Instrument.

Dieselbe lässt sich jedoch nur erreichen durch Anwendung eines astatischen Magnetsystems und dadurch, dass jeder der beiden Magnete mit Rollen umgeben wird. Solche Instrumente, obschon sie bei den älteren deutschen Untersuchungen (z. B. von F. E. Neumann in Königsberg) Anwendung gefunden hatten, haben namentlich für den vorliegenden Zweck eine neue weite Verbreitung gefunden und eine vollständige Umconstruction erfahren in dem

1. astatischen Spiegelgalvanometer von Thomson.

Die Hauptkennzeichen dieses Instruments, Fig. 281, bestehen:

in der Anwendung von kurzen leichten Stahlstäbchen, von denen mehrere, neben einander gelegt, einen einzigen Magnet bilden;

in der äusserst leichten Construction des Magnetsystems durch Anwendung von Glimmerblättchen als Magnetträger und von Aluminiumdraht;



in der Anwendung von Luftdämpfung, hervorgerufen durch grosse Flügel aus Glimmer oder Aluminium;

Fig. 281.



in möglichster Näherung der Drahtwickelung und der Magnete;

in der Anwendung kleiner Hohlspiegel, die fest mit einem der beiden Magnete verbunden sind;

in der Anwendung eines oberhalb des Galvanometers angebrachten, langen und schwach magnetisirten Richtmagnetes.

Dieses Instrument, welches für Kabelmessungen die weiteste Verbreitung geniesst, besitzt namentlich den Vorzug der geringen Trägheit, in Folge dessen des schnellen Folgens bei Strömen von wechselnder Stärke und durch verhältnissmässig leichte Erzielung einer hohen Empfindlichkeit.

Seine Nachtheile bestehen nach unserer Ansicht:

in dem Mangel an Solidität im Bau des Magnetsystems,
in der festen Verbindung des Spiegels mit den Magneten,
in der Anwendung der Luftdämpfung,
in der Art der Anbringung des Richtmagnets,
in der Anwendung und Art der Anbringung der Hohlspiegel.

Es lässt sich nämlich das Magnetsystem kaum mit der Hand anfassen, ohne dass die Axe etwas verbogen und verdreht wird.

Dadurch, dass der Spiegel fest mit den Magneten verbunden ist, lässt sich das Instrument nicht gut in jeder Lage aufstellen, namentlich nicht senkrecht zum Meridian.

Durch die Wahl des Luftwiderstandes als dämpfender Kraft ist man genöthigt, dem leichten Magnetsystem verhältnissmässig sehr grosse Flügel anzusetzen, welche die Stabilität gegen Schwankungen um eine horizontale Axe erheblich verringern; da ferner der Luftwiderstand keine der Geschwindigkeit der Bewegung proportional wirkende Kraft ist, lässt sich die Bewegung eines so gedämpften Systems nicht mehr mathematisch genau verfolgen, und namentlich erhält hierdurch das Gesetz, welches zwischen einmaligen Ausschlägen und der das Instrument durchfliessenden Elektricitätsmenge existirt, Abweichungen von der Proportionalität, so dass das Messen von Ladungen durch einmaligen Ausschlag mit diesem Instrument ungenau wird, da hierbei stets Proportionalität angenommen wird.

Den Richtmagnet hoch über dem Instrument anzubringen, scheint uns nicht rathsam, weil bei der Drehung und Verschiebung desselben mit der Hand leicht das Magnetsystem in Längsschwankungen (um eine horizontale Axe) geräth, welche bei Weitem nicht so rasch zur Ruhe kommen, als die Querschwankungen (um die verticale Axe).

Die Anwendung von kleinen Hohlspiegeln entsprang ursprünglich der Schwierigkeit, Planspiegel von genügender Dünnheit zu schleifen, und es bildete für den Fabrikanten einen angenehmen Vortheil, dass die Hohlspiegel gar nicht geschliffen zu werden brauchten, sondern sich aus grösseren Stücken geblasenen Hohlglases einfach aussuchen liessen. Die Anwendung dieser kleinen Hohlspiegel bringt aber mit sich, dass namentlich wegen mangelnder Lichtstärke die Scala nicht weit vom



Spiegel, 1 bis 1,5 Meter entfernt, angebracht werden kann. Es herrscht aber bekanntlich nur dann Proportionalität zwischen der Ablenkung und dem Strome, wenn der Winkel, um den sich das Magnetsystem dreht, eine gewisse kleine Grösse nicht überschreitet. Es kann daher bei diesem Instrument leicht vorkommen, dass diese Grenze überschritten wird, ohne dass der Messende sich dessen bewusst ist, da die Proportionalität bei Praktikern selten geprüft wird.

Die vorstehenden Bedenken sind in der Construction des

2. astatischen Spiegelgalvanometers von Siemens und Halske (vgl. Bd. **2**, S. 392) vermieden.

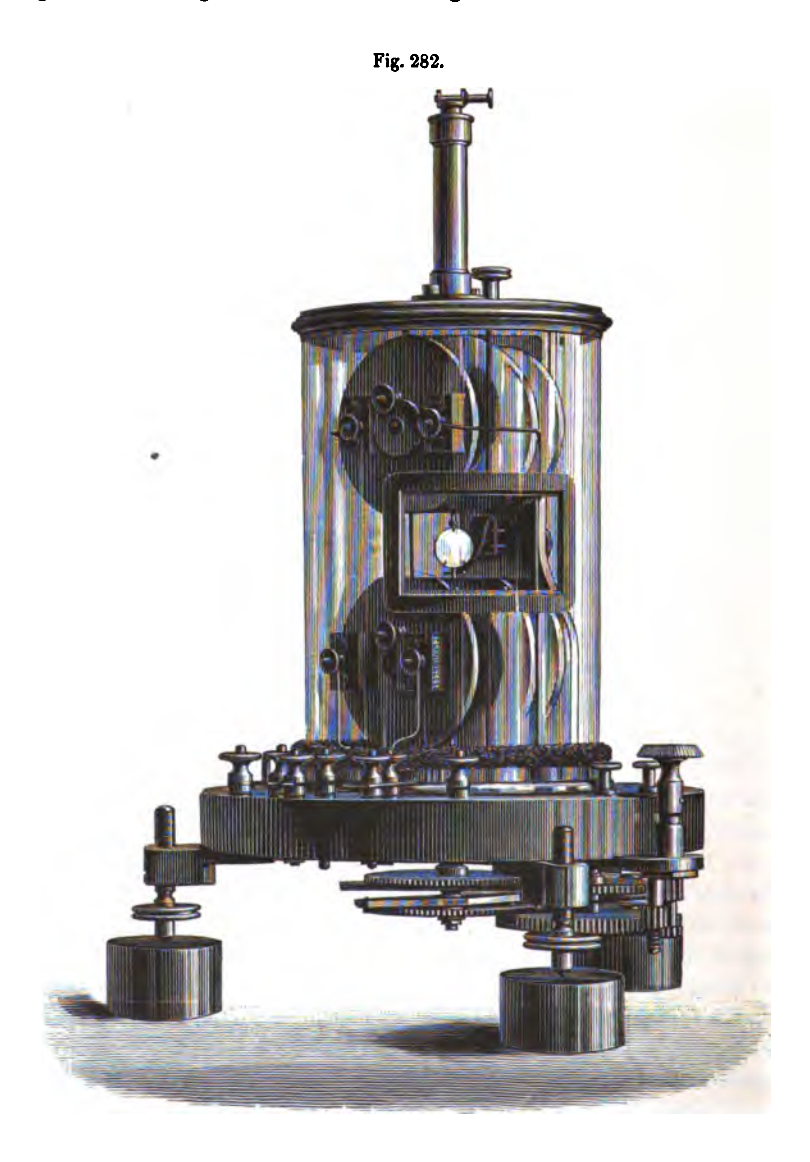
Die Magnete in diesem Instrumente, Fig. 282 (S. 298), sind die bekannten Glockenmagnete dieser Firma, welche sich dadurch auszeichnen, dass durch umschliessende Kupferhülsen eine sehr starke **elektrische** Dämpfung erzielt ist. Die Magnete besitzen erheblich grösseres Gewicht und Festigkeit, als die Thomson'schen, während das Trägheitsmoment nicht in demselben Maasse vergrössert ist. Diese Magnete sind ferner durch eine solide Messingstange verbunden, und sind beide wenigstens zur Hälfte von Kupferhülsen umgeben, welche zugleich als Lager beim Transport dienen; zu dem letzteren Zweck werden die Magnete durch Schrauben fest an jene Kupferwände gedrückt, so dass alsdann das ganze Galvanometer einen festen Körper bildet.

Der Spiegel ist plan, sehr leicht (etwa $\frac{1}{3}$ Millimeter dick), und grösser als beim obigen Instrument, nicht aufgeklebt, sondern frei in 3 Gäbelchen hängend. Derselbe ist nicht mit einem Magnete verbunden, sondern mit der Mitte des Magnetsystems und durch Anwendung einer federnden Hülse nach allen Seiten drehbar. Mittels dieses Spiegels lässt sich nach dem objectiven Verfahren (Laterne, Bild eines Spaltes oder eines beleuchteten Drahtes) die Scala bis etwa zwei Meter vom Galvanometer entfernen, bei Anwendung von Fernrohr bis etwa 4 Meter; und da die Lage des Spiegels unabhängig von dem Magnetsystem ist, lässt sich dem Spiegel jede den örtlichen Verhältnissen angemessene Lage geben, während das Magnetsystem nie anders als in seiner besten Lage, nämlich im Meridian, aufgestellt zu werden braucht.

Ferner ist bei diesem Instrument der Richtmagnet unter der Grundplatte des Instrumentes angebracht und durch eine besondere Construction die sonst lästige Verschiebung desselben unnöthig gemacht. Der Richtmagnet besteht nämlich aus zwei beinahe genau gleich und ganz schwach magnetischen Magneten, welche durch ein Treibwerk aus Zahnrädern beliebig gedreht und gekreuzt werden können, das heisst, entweder bei gleichbleibender Kreuzung gedreht, oder bei gleichbleibender Mittellinie gekreuzt werden können. Die Kreuzung ersetzt die Verschiebung bei einem einfachen Richtmagnet, da durch dieselbe jene beiden Magnete

nach Belieben addirt und subtrahirt und zwischen diesen beiden Grenzlagen in alle möglichen Combinationen gebracht werden können.

Fig. 282.



Die Nachtheile, welche das Siemens Halske'sche Instrument gegenüber dem Thomson'schen besitzt, bestehen in der erheblich grösseren Complication und in etwas grösserer Trägheit der Bewegung.

In Bezug auf die Methode der Ablesung ist bei Kabelelektrikern allgemein die objective Darstellung beliebt, das heisst, man beleuchtet durch eine Lampe einen Spalt oder einen in einem Spalte gezogenen Draht und lässt das Bild des Spaltes oder des Drahts mit Hülfe einer Linse nach der Reflexion von dem Spiegel auf eine Scala werfen. Diese Methode, obschon nicht so genau, wie die Ablesung mittels Fernrohr, besitzt den grossen Vorzug, dass dieselbe Messung zugleich von mehreren Personen beobachtet werden kann, was für den

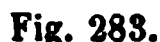
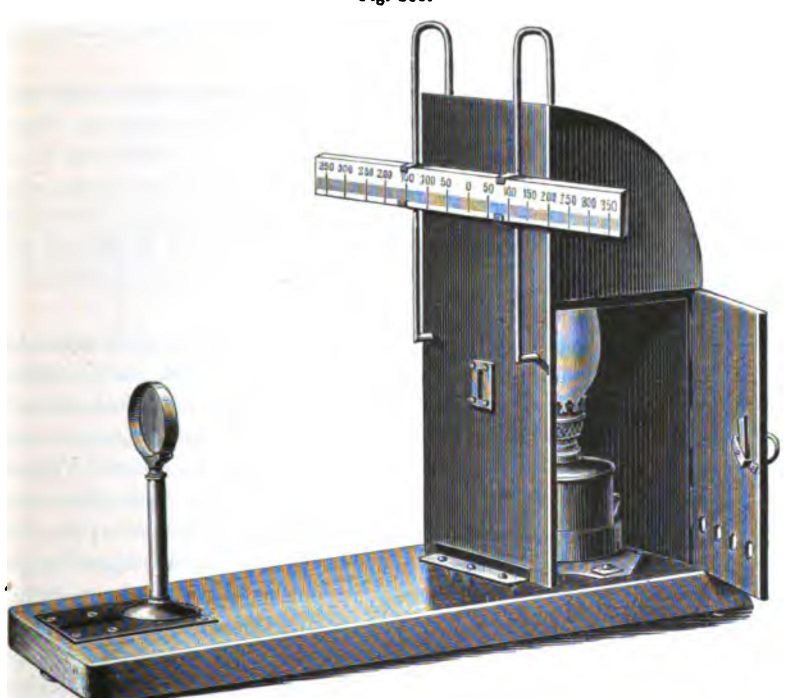


Fig. 283.



Praktiker namentlich bei Messung von fehlerhaften Kabeln und auch sonst entscheidende Vortheile bringt. Für wissenschaftliche und überhaupt genaue Arbeiten ist jedoch Fernrohrablesung unbedingt dem objectivem Verfahren vorzuziehen.

Bei der Construction der Laterne, das heisst des Gestells, das die Lampe, den Spalt, die Scala und auch die Linse enthält, handelt es sich namentlich darum, die Bewegung der Scala in horizontalem und verticalem Sinn möglichst einfach mit der Hand zu gestatten. Fig. 283 zeigt eine solche Laterne von Siemens & Halske.

Als Skalen werden bei objectiver Darstellung meist Theilungen in $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ Millimeter benutzt. Bei objectiver Ablesung nämlich wäre es schwierig, Zehntel-Scalentheile zu schätzen; man zieht daher vor, nur ganze Skalentheile abzulesen, und rückt die Theile so nahe zusammen, als es die Breite des Bildes (Spaltes oder Drahtes) zulässt.

Die Zahlen auf der Scala werden fortlaufend, mit der Null am linken Endpunkte, oder mit der Null in der Mitte ausgeführt. Die letztere Anordnung hat den Vortheil, dass positive und negative Ausschläge übersichtlicher getrennt werden; bei kleineren Ausschlägen in der Nähe der Null kommt es jedoch leicht vor, dass Positiv und Negativ verwechselt werden, wogegen man bei der ersteren Anordnung geschützt ist.

In Bezug auf die Aufstellung von Spiegelgalvanometern gilt als Hauptregel, dieselben nicht in Verbindung mit einem hölzernen Fussboden zu setzen (z. B. durch Dreifüsse), sondern mit Hülfe von Consolen an den Wänden anzubringen; für die Aufstellung der Laterne oder des Fernrohrs mit Scala ist diese Vorsicht weniger geboten. Natürlich ist Aufstellung im Erdgeschoss oder Keller die beste in Bezug auf die Erschütterungen des Hauses, welche mit der Höhe über dem Erdboden zunehmen.

Es versteht sich, dass in Bezug auf magnetische und mechanische Vorgänge in der Nähe grösste Vorsicht zu nehmen ist, so die Nähe einer Strasse mit lebhaftem Verkehr, die Nähe von Betriebsmaschinen u. s. w. Weniger Rücksicht verdienen in der Regel ruhige Eisenmassen, auch wenn sie von bedeutender Ausdehnung sind (eiserne Träger, Wasser- und Gasrohre). Dieselben besitzen allerdings stets etwas permanenten Magnetismus und wirken ausserdem durch Induction; aber es sind dies meistens Wirkungen, welche durch den Richtmagnet aufgehoben werden können oder gleichsam zu demselben zu rechnen sind.

Einziehen von neuen Coconfäden ist natürlich möglichst zu vermeiden. Ein neuer Coconfaden ist vor dem Einziehen möglichst lange Zeit mit demselben Gewicht, welches das Magnetsystem besitzt, belastet z. B. in einen Schrank frei beweglich zu hängen. Da das Einziehen nie ohne Torsion erfolgt, erleidet der Faden in der ersten Zeit nach dem Einziehen erhebliche sog. elastische Nachwirkungen, welche meist in allmählicher Drehung nach einer Seite bestehen. Diese sollen bei einem gut vorbereiteten Coconfaden nach einigen Tagen beendigt sein.

Der Coconfaden ist stets so dünn als möglich zu nehmen und wird vor seiner Benutzung durch Behandlung mit lauem Wasser oder auch Alaunlösung von gewissen thierischen Harzen befreit, welche er in natürlichem Zustande stets besitzt.



X. **Die Nebenapparate zur Isolationsmessung.** Um das Spiegelgalvanometer beliebig in der Empfindlichkeit abstufen und dadurch zur Messung von Strömen von beliebiger Stärke verwenden zu können, muss dasselbe mit einem Nebenschlusswiderstande versehen sein.

Der Nebenschluss wird parallel zum Spiegelgalvanometer geschaltet und enthält eine Anzahl Rollen, deren Widerstand in einfachem Verhältniss zu demjenigen des Galvanometers stehen. Wenn n der Widerstand der eingeschalteten Nebenschlussrolle, g derjenige des Galvanometers, so fliesst, wenn J der Hauptstrom, der Theilstrom

$$i_g = J\frac{n}{n+g} = \frac{J}{1+\frac{g}{n}}$$

durch das Galvanometer, während der Theilstrom

$$i_n = J\frac{g}{n+g} = J\frac{\frac{g}{n}}{1+\frac{g}{n}}$$

durch den Nebenschluss geht. Soll nun der durch das Galvanometer gehende Strom der $m$te Theil des Hauptstromes sein, so muss $m = 1 + \frac{g}{n}$, oder $\frac{g}{n} = m - 1$, sein, d. h.: damit der $m$te Theil des Hauptstromes durch das Galvanometer gehe, ist der Nebenschluss n so zu wählen, dass der Galvanometerwiderstand $m - 1$ mal so gross sei als der Nebenschlusswiderstand.

Soll z. B. der 10. Theil des Stromes durch das Galvanometer gehen, so ist die Nebenschlussrolle 9 mal kleiner zu wählen als der Galvanometerwiderstand; wird der 50. Theil des Stromes gewünscht, so ist für n der 49. Theil von g zu wählen, u. s. w.

Gewöhnlich richtet man den Nebenschluss dekadisch ein, d. h. so, dass bez. $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$ u. s. w. des Hauptstromes durch das Galvanometer geht; die bezüglichen Rollen des Nebenschlusses müssen daher $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{99}$, $\frac{1}{999}$ u. s. w. des Galvanometerwiderstandes betragen. Fig. 284 (S. 302) stellt einen Nebenschluss dar, der 7 Abtheilungen und ausserdem eine Kurzeschlussvorrichtung besitzt.

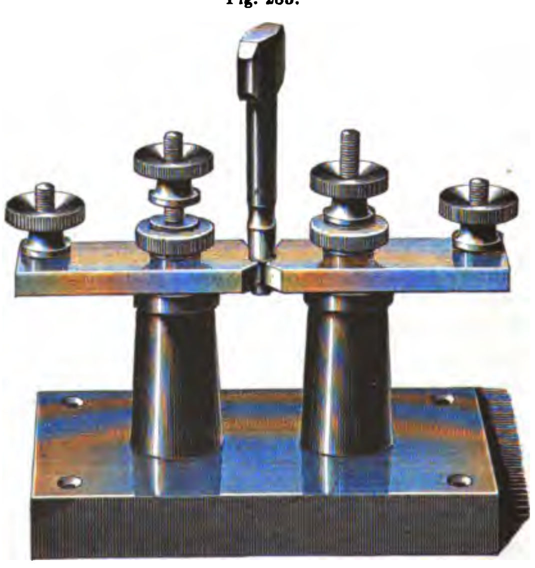
Da bei feineren Messungen die Temperaturcorrection der Widerstände in Betracht kommt, ist der Nebenschlusswiderstand aus Kupferdraht herzustellen, weil auch der Galvanometerdraht aus Kupfer besteht. Hierdurch wird die Messung von der Temperatur unabhängig, da es auf die absoluten Werthe kaum je ankommt.

Für Kabelmessungen durchaus nothwendig ist ferner ein Vorschluss oder eine Kurzeschlussvorrichtung. Fig. 285 stellt eine solche, auf Horngummisäulen gebaut, dar, Fig. 286 einen Stöpselcommutator, welcher gestattet, dem Strom im Galvanometer die

Fig. 284.



Fig. 285.



passende Richtung zu geben, ohne gleichzeitige Aenderung der Richtung des Hauptstromes.

Wichtig ist ferner die Einrichtung des **Taster's** (s. Fig. 287 u. 288).

Derselbe muss 4 Klemmen besitzen, 2 für die beiden Pole der Batterie und 2 für die Enden des Stromkreises, in welchen die Batterie geschickt wird; derselbe muss gestatten, durch eine einfache Bewegung zugleich den einen Pol mit dem einen Ende und den anderen Pol mit dem anderen Ende des Stromkreises zu verbinden, ferner durch eine zweite einfache Bewegung die Pole zu vertauschen; er muss ferner gestatten, das Anlegen der Batterie sowohl momentan durch den Druck des Fingers, als constant, ohne dass der Finger liegen bleiben muss, zu bewerkstelligen.

Fig. 286.



Bei dem Taster gilt die Bedingung hoher Isolation der Klemmen eigentlich nur für die Enden des Stromkreises, da die Batterie doch fast immer nicht isolirt ist, also eine gewisse Verbindung mit der Erde besitzt und bei beinahe allen Messungen mit einem Pole an Erde gelegt

Fig. 287.



wird. Mangelhafte Isolation der Batterie und der Klemmen, an welche die Batteriepole gelegt sind, kann daher höchstens die elektromotorische Kraft der Batterie etwas vermindern, was auf die Messung bei Kabeln keinen Einfluss hat, da bei denselben die Grösse der elektromotorischen Kraft nur insofern eine Rolle spielt, als die Empfindlichkeit der Messung

davon abhängt. — Fig. 287 stellt einen Doppeltaster, Construction Siemens und Halske, dar, Fig. 288 einen anderen, demselben Zweck dienenden, nach der in England gebräuchlichen Construction.

Fig. 288.

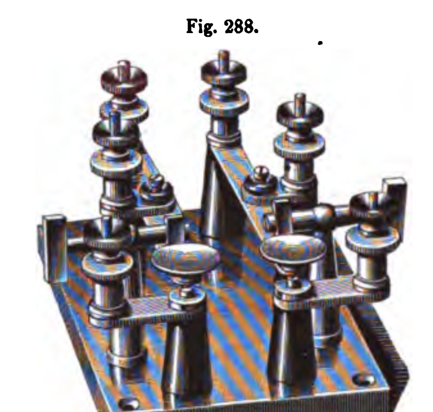
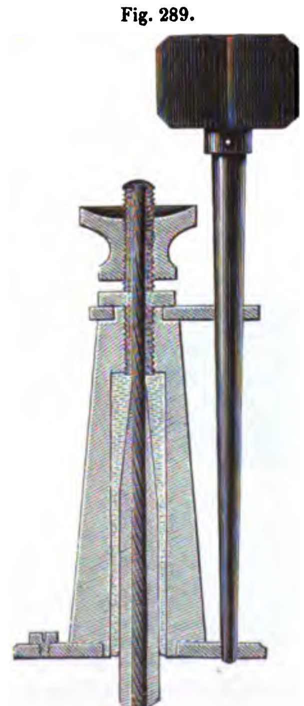


Fig. 289.



Für fortlaufende, möglichst schnell auszuführende Kabelmessungen, namentlich in einer Fabrik, ist ferner sehr zweckmässig die Anwendung von Isolirköpfen, d. h. Isolirvorrichtungen aus Horngummi, welche auf die Enden der Leitungen (im Messzimmer sowohl, als bei den Bassins) gesteckt werden und das fortwährende Beschneiden der Leitungen unnöthig machen. Wie unten noch auseinandergesetzt werden wird, müssen bei jeder sicheren Isolationsmessung die Enden der Leitungen sowohl, wie des zu messenden Kabelstückes sorgfältig mit scharfen Messern lang angeschnitten werden (wie ein Bleistift). Steckt man nun ein so angeschnittenes Leitungsende in ein ausgebohrtes Stück Horngummi, siehe Fig. 289, so dass die Kupferlitze aus dem Horngummi hervorragt, die (cylindrische) Oberfläche der Leitung aber in die Ausbohrung passt, und giesst ferner den Zwischenraum zwischen Guttapercha und Horngummi mit Paraffin aus, so bildet nicht mehr die Schnittfläche der Guttapercha, sondern die

äussere Oberfläche des Horngummistückes die zwischen dem Kupferdraht und der Oberfläche der Guttapercha liegende Isolirstelle, da das Innere: Horngummi, Paraffin und frisch angeschnittene Guttapercha, als gut isolirend anzusehen ist. Ist daher die äussere Horngummifläche polirt, so kann einfach durch trockenes Abwischen derselben genügende Isolation hergestellt werden. Fig. 289 zeigt ferner, wie bei diesen Isolirköpfen die Kupferlitze durch die Durchbohrung einer Messingschraube gezogen und oben mit derselben verlöthet ist, so dass die Schnittfläche der Guttapercha überall von der Luft abgesperrt ist. Der lange, seitlich stehende Stöpsel dient dazu, die Ader an Erde zu legen (die messingene Grundplatte wird mit Erde verbunden).

Bei allen Apparaten für Kabelmessungen ist das Hauptaugenmerk auf gute Isolation zu richten.

Die Galvanometer sind zwar stets auf Horngummiplatten aufgebaut; die Isolation ist jedoch sicherer, wenn ausserdem noch die drei Fussschrauben auf breite Scheiben von polirtem Horngummi gestellt werden, deren trockenes Abwischen gewöhnlich die genügende Isolation herstellt. Ebenso sind beim Vorschluss und beim Nebenschluss die betreffenden Säulen oder Flächen von Horngummi blank und trocken zu erhalten. Vor jeder Reihe von Isolationsmessungen ist die Isolation der Schaltung zu prüfen, indem man auf Isolation schaltet, ohne ein Kabel oder eine Leitung anzulegen, und den Ausschlag beobachtet. Dieser Ausschlag darf höchstens sehr klein und muss constant sein.

In feuchten Räumen, oder wenn die Umstände das Arbeiten bei trockener Luft nicht gestatten, werden zweckmässig die Isolationsflächen durch eine Weingeistflamme bestrichen; auch kann man solche Flammen in der Nähe der Schaltung während der Messung belassen.

Bei gutem Horngummi ist stets das Innere als gut isolirend anzusehen; tritt schlechte Isolation auf, so ist der Grund in der Oberfläche zu suchen. Rauhe Oberflächen isoliren nicht gut; gewöhnlich werden Isolationsflächen hoch polirt, einfaches Abschleifen derselben scheint jedoch denselben Dienst zu leisten.

Man hüte sich, an allen Stellen, auf deren Isolation es ankommt, Messingstücke von unten durch die Horngummiplatte hindurch anzuschrauben; die unten belegenen Hohlräume, in denen die Schraubenköpfe sitzen, bilden stets eine Quelle schlechtester Isolation, da in denselben Feuchtigkeit und Staub sich anhäuft. Man mache stets eine Fläche von erheblicher Ausdehnung von polirtem oder geschliffenem Horngummi zu der eigentlichen Isolationsfläche und schraube alle Messingtheile u. s. w. von oben auf.

Der menschliche Körper ist auch hier als Ableitung zu betrachten, wesshalb die Stellen, die mit dem Finger berührt werden (Tasterknöpfe,

Stöpselflügel u. s. w.) ebenfalls durch erhebliche blanke Horngummiflächen von den dem Stromkreis angehörenden Stellen zu trennen sind.

Um die Empfindlichkeit des Galvanometers zu bestimmen, bedarf man eines kleinen Nebenschlusses und eines grossen Widerstandes von bekanntem Werth; gewöhnlich bedient man sich des Nebenschlusses $\frac{1}{9999}$ und eines Widerstandes von 100 000 S. E. in Neusilber oder Platinsilber. Dieser Letztere bildet alsdann die Grundlage sämmtlicher Isolationsmessungen.

Wichtig ist ferner eine gute und starke Batterie; dieselbe sollte nicht unter 100 Elemente, möglichst 200 Elemente betragen. Batterien von grossem inneren Widerstande sind vorzuziehen, da dieselben constant sind in Beziehung auf elektromotorische Kraft und ihr Widerstand höchstens als Correction in Frage kommt.

Zu verwerfen sind Batterien, die starke Polarisation zeigen, namentlich Leclanché's; zu empfehlen sind die verschiedenen Formen des Daniell, am besten Daniell mit hart gebrannter Thonzelle oder mit Papiermasse (Pappelement von Siemens und Halske).

Es kommt vor, dass Batterien, welche bei der Empfindlichkeitsmessung nicht die geringste Stromschwankung zeigen, beim Anlegen von Kabeln Stromstösse und Zuckungen hervorrufen, welche jenen, die bei schlechten Kabeln auftreten, durchaus ähnlich sind. Dies rührt wahrscheinlich her von stossweisem Auftreten von Polarisation in der Batterie (Entstehen von Gasbläschen) und zeigt sich desshalb nur beim Anlegen von Kabeln oder Condensatoren, weil bei constantem, verhältnissmässig kräftigem Stromschluss, wie bei der Empfindlichkeitsmessung, durch den Strom rasch ein Gleichgewicht hergestellt wird, während bei den schwächeren Isolationsströmen, beim Anlegen von Kabeln, dieser Ausgleich lange nicht so rasch erfolgt und ausserdem wegen der Capacität des Kabels jeder Polarisationsstoss als Ladungsstrom auftritt.

Ist eine Batterie verdächtig, so lege man ein als gut bekanntes Kabelstück oder einen gut isolirten Condensator an und wiederhole womöglich dieselbe Messung mit einer andern Batterie.

Es versteht sich, dass auf gute Erhaltung der Batterie, Ersetzen von schlechten Elementen, Nachgiessen von Säure, Nachfüllen von Kupfervitriol, Verhütung von Effluorescenz der Salzkrystalle, u. s. w. alle Sorgfalt zu legen ist.

Statt der Drahtwiderstände von 100 000 S. E. und namentlich für bedeutend höhere Widerstände lassen sich Graphitwiderstände verwenden, wenn auch nur mit Vorsicht. Wenn man in einem Horngummistück eine polirte Nute anbringt und dieselbe kräftig und sorgfältig mit reinstem Graphit einreibt, wenn man ferner an den Enden



dieser Nute Contactstücke aufschraubt, welche durch weiches Metall, Stanniol u. s. w., mit dem Graphit der Nute in leitende Verbindung gebracht werden, wenn endlich das Ganze hermetisch von der Luft abgeschlossen wird, so erhält man einen Widerstand, der zwar gewöhnlich mit der Zeit ganz langsam wächst, aber für Stunden und Tage recht constant ist und mit der Temperatur wenig Veränderung zeigt.

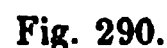


Fig. 290.



Will man sicher mit solchen Widerständen arbeiten, so müssen dieselben allerdings vor und nach dem Gebrauch nachgemessen werden.

Kaum zu ersetzen sind solche Widerstände, wenn man die Löthstellen-Messungen auf absolutes Maass zurückführen und wenn man die absolute Bestimmung des Mikrofarads durch langsame Ladung oder Entladung ausführen will. Fig. 290 zeigt einen Graphitwiderstand von Siemens und Halske, von ung. 10 bis 100 Millionen S. E. in Abtheilungen von ung. 10, 20, 20, 50 Millionen.

Es ist zweckmässig, den Messplatz in einem Kabelmesszimmer nur für Isolationsmessungen mit der Empfindlichkeitsbestimmung und Ladungsmessungen durch einfache Ausschläge, auch Löthstellenmessungen zu benutzen. Die Bestimmung des Kupferwiderstandes und der Ladung nach der Compensationsmethode wird am besten von der Isolationsmessung getrennt.

XI. **Einrichtung der gewöhnlichen Isolationsmessungen.** Um die Isolationsmessungen eines Kabels auszuführen, werden beide Enden desselben frisch angeschnitten, und wenn das Kabel sich im Freien befindet, auf geeignete Weise vor Feuchtigkeit bewahrt.

Es ist vorausgesetzt, dass das Kabel sich im Wasser befindet. Trockenmessungen haben nur einen Zweck, wenn das Kabel mit Eisen oder Blei umhüllt ist. Das Bassin, in welchem sich das unter Wasser gesetzte Kabel befindet, besteht entweder aus Eisen — dann kann die Wand selbst als Erde benutzt werden —, oder aus Holz oder Stein; im letzteren Fall muss als Erde eine oder mehrere Kupferplatten eingesenkt werden. Das Letztere ist auch angezeigt bei eisernen Bassin's, da dieselben gewöhnlich inwendig mit Oelfarbe gestrichen sind.

Die Zuleitung, deren Isolation natürlich möglichst viel höher sein muss als diejenige der Kabelader, wird ebenfalls sorgfältig beschnitten, wenn nicht Isolirköpfe angewendet sind. Die Isolation der Zuleitungen wird besonders gemessen und der entsprechende Ausschlag von dem Gesammtausschlag, welcher: Zuleitung + Kabelader, entspricht, in Abzug gebracht. Der Vorschluss des Galvanometers wird gestöpselt und ausserdem diejenige Abtheilung des Nebenschlusses eingeschaltet, von welcher vermuthet wird, dass sie für diesen Fall passe; hierauf wird zu einer leicht merkbaren Zeit, z. B. zu Anfang einer Minute oder halben Minute, Batterie gegeben, und nach Verlauf von etwa 10 Secunden der Vorschluss geöffnet. Ist der alsdann auftretende Ausschlag zu gross oder zu klein, so kann der Nebenschluss geändert werden, wobei jedoch während der Aenderung der Vorschluss wieder zu stöpseln ist.

Man richtet sich so ein, dass die Nadel des Galvanometers spätestens nach einer halben Minute zur Ruhe gekommen ist und alsdann den betreffenden Stand des Isolationsstromes anzeigt. Man beobachtet fortwährend die Veränderungen der Ablenkungen und notirt deren Werthe am Ende der ersten und der zweiten Minute, bei längeren Kabeln und bei feineren Messungen auch wohl von 5 bis 10 Minuten. Ist die Messung beendigt, so wird Batterie abgenommen, wobei wieder vorher der Vorschluss gestöpselt wird, und dem am Kabelbassin befindlichen Diener ein Zeichen gegeben, die Kabelader an Erde zu legen. Die Kabelader liegt alsdann wenigstens eine Stunde an Erde, worauf dieselbe Messung mit entgegengesetztem Batteriepol ausgeführt wird.



Wird die Ader nicht lange genug an Erde gelegt, so ist die zweite Messung dem absoluten Werth nach nie übereinstimmend mit der ersten, wenn auch die Isolation in durchaus normalem Zustande ist.

Es versteht sich, dass bei jeder Messung die Temperatur des Wassers im Kabelbassin abgelesen wird, damit die Messung auf die Normaltemperatur reducirt werden kann. Bei diesen Messungen ist vorausgesetzt, dass die ganze Oberfläche der Kabelader mit Wasser bedeckt sei, dass also, wenn dieselben auf Trommeln oder in Ringen aufgewickelt sind, keine Luftblasen im Innern der Wickelung sich befinden. Solche Luftblasen treten selten auf und bloss bei dünnen und sehr dicht gewickelten Adern.

Bei Trockenmessungen, bei welchen die metallische Umhüllung des Kabels (Eisen) als Erde genommen wird, ist die Umhüllung durchaus nicht als durchgängig mit Feuchtigkeit bedeckt anzusehen. Natürlich verdampft das Wasser, welches zwischen den Kabeladern nach dem Herausnehmen aus dem Bassin etwa noch sitzen geblieben ist, allmählich durch die Fugen der Eisenumhüllung hindurch; und wenn auch bei den grossen, hier in Betracht kommenden Widerständen bereits eine Spur von Feuchtigkeit, in Verbindung mit der Oxydation der äusseren Oberfläche der Ader genügt, um diese Oberfläche leitend zu machen, so stellt sich doch nach und nach ein halb trockener Zustand her, dessen Wirkung in der Isolationsmessung sich deutlich zeigt. Namentlich bei 7-adrigen, mit Eisen umhüllten Kabeln, bemerkt man alsdann, dass die Mittelader eine erheblich höhere Isolation zeigt als die äusseren.

Zu jeder Isolationsmessung, oder wenigstens zu einer Reihe von hintereinander angestellten Isolationsmessungen, gehört eine Empfindlichkeitsbestimmung des Galvanometers. Ob es nöthig ist, vor und nach den Isolationsmessungen eine Empfindlichkeitsmessung vorzunehmen, und auf welchen Zeitraum man sich auf die Constanz der Empfindlichkeit des Instrumentes verlassen kann, hängt von den Eigenthümlichkeiten desselben und von seinem Standort ab.

Wie bereits angedeutet, wird zur Bestimmung der Empfindlichkeit der Strom derselben Batterie, welche zur Isolationsmessung gedient, hat, durch den grossen Normalwiderstand (100 000 S. E.) und das Galvanometer geschickt, wobei der kleinste Nebenschluss, z. B. $\frac{1}{9999}$, eingeschaltet wird.

Die Berechnung zeigt folgendes Beispiel:

Bei der Empfindlichkeit habe sich ergeben ein Ausschlag von 453 bei 100 000 S. E. Normalwiderstand und einem Nebenschluss von $\frac{1}{9999}$, es ist also hierbei der 10 000[te] Theil des Stromes durch das Galvanometer gegangen; dieser Strom ist also $453 \times 10\,000 = 4\,530\,000$ mal stärker als derjenige Strom, der nöthig ist, um ohne Nebenschluss

1 Skalentheil Ausschlag zu geben; oder dieser Strom entspricht 4 530 000 Skalentheilen ohne Nebenschluss, wenn man den Strom von 1 Skalentheil Ausschlag (ohne Nebenschluss) als Maass zu Grunde legt.

Der Widerstand des Stromkreises betrug aber 100 000 S. E. + dem Batteriewiderstand, da die übrigen Widerstände zu vernachlässigen sind, also, wenn der Batteriewiderstand anderweitig z. B. zu 1150 S. E. bestimmt wurde, 101 150 S. E.

Es entspricht daher dem Strom von 4 530 000 Skalentheilen der Widerstand 101 150 S. E. und dem Strom von 1 Skalentheil der Widerstand 101 150 × 4 530 000 = 458 000 Millionen S. E. Diese Zahl ist die Empfindlichkeit des Instruments. (Es ist zweckmässig, bei allen Berechnungen, von Ausschlägen und von Widerständen, nur 3 Ziffern auszurechnen und die übrigen zu vernachlässigen, da diese Zahlen doch nur auf etwa 1 % genau sind.)

Ist nun bei der Isolationsmessung des Kabels z. B. nach der ersten Minute ein Ausschlag beobachtet von 341 Skalentheilen bei $\frac{1}{9}$ Nebenschluss, oder von 3410 Skalentheilen ohne Nebenschluss, so hat in diesem Fall der Widerstand des Stromkreises

$$\frac{458\,000}{3410} \text{ Millionen S. E.} = 1340 \text{ Millionen S. E.}$$

betragen; dies ist zugleich der Isolationswiderstand des Kabels nach 1 Minute, da der Batteriewiderstand demselben gegenüber ausser Rechnung fällt.

Man sieht, dass die Zahl, welche wir die Empfindlichkeit nennen, stets durch den dem Kabel entsprechenden Ausschlag zu dividiren ist, um den Isolationswiderstand zu erhalten. Diese Rechnung ist bei vielfachem Gebrauche lästig und lässt sich auf folgende Weise vermeiden.

Man begnügt sich nicht damit, die Empfindlichkeit abzulesen, sondern stellt dieselbe auf irgend eine Weise auf einen bestimmten Werth ein. Für diesen bestimmten Werth legt man sich eine Tabelle an, in welcher für jeden Werth des Ausschlags der entsprechende Werth des Widerstandes angegeben ist. Die Anwendung von Nebenschlüssen macht keine besondere Rechnung nöthig, sondern hat nur einen Einfluss auf die Stellung des Komma's, da man gewöhnlich nur dekadische Nebenschlüsse benutzt, d. h. solche, bei welchen der durch das Galvanometer gehende Strom zu dem Hauptstrom im Verhältniss von 1 zu einer Potenz von 10 steht.

Die Einstellung der Empfindlichkeit auf einen bestimmten Werth lässt sich entweder durch Verstellung des Richtmagnets erreichen, besser aber durch Verschiebung der Scala, das heisst Veränderung der Entfernung derselben von dem Galvanometer. Die letztere Einrichtung, welche bei Siemens und Halske angewendet wird, besteht darin, dass

der Skalenhalter von zwei federnden, über zwei Messingstäbe laufenden Hülsen getragen wird, wodurch sich namentlich die feinere Einstellung der Empfindlichkeit leichter und sicherer bewerkstelligen lässt, als durch den Richtmagnet.

Eine besondere Berechnung erfordert die Berücksichtigung der Temperatur oder die Reduction des bei einer beliebigen Temperatur erhaltenen Isolationswiderstandes auf eine normale Temperatur. Als die letztere ist z. B. von der Verwaltung der Reichstelegraphie für die unterirdischen Kabel Deutschlands 15° C. festgesetzt; in England wird auf 75° Fahrenheit reducirt.

Diese Berechnung geschieht nach Tabellen, welche durch sorgfältige Bestimmungen an dem betreffenden Material, aus welchem die Isolationshüllen bestehen, festgestellt wird. Zu diesem Behufe werden einige Kabeladern von möglichst fehlerfreier Beschaffenheit nach einander in Wasserbehältern verschiedenen Temperaturen ausgesetzt und ihre bezüglichen Isolationswiderstände gemessen. Die Resultate werden entweder durch eine Curve oder durch eine Formel vereinigt und danach eine Tabelle berechnet, welche für jede in Betracht kommende Temperatur den Temperaturcoefficenten, das heisst den Coefficienten giebt, mit welchem der betreffende Isolationswiderstand zu multipliciren ist, um auf Normaltemperatur reducirt zu werden.

Die Bestimmungen der Temperaturcoefficienten sind sehr mühsam und lassen sich mit voller Genauigkeit eigentlich kaum praktisch durchführen.

Man bedenke, dass in den ersten Wochen nach Herstellung einer neuen Kabelader dieselbe durch eine bedeutende Temperaturveränderung stets ihren Zustand verändert, so dass z. B., nach dem Erwärmen von 0° auf 20°, nachher bei Abkühlung auf 0° durchaus nicht derselbe Isolationswiderstand auftritt, der sich früher zeigte.

Man bedenke ferner, dass die Guttapercha, das Gummi u. s. w. sehr langer Zeit bedürfen, um wirklich durchweg eine ausserhalb herrschende Temperatur anzunehmen.

Man bedenke, dass jede Sorte von Guttapercha, Gummi u. s. w. ihren besonderen Coefficient besitzt.

Man bedenke endlich, dass die Formeln, welche namentlich in englischen Werken angegeben werden, durchaus nicht genau sind, sondern höchstens ein ungefähres Bild geben, und ferner, dass diese Formeln verschieden sind für verschiedene Zeiten der Elektrisirung, dass also für Isolationsmessungen nach einer Minute eine andere Formel gilt, als für diejenigen nach zwei Minuten.

Man bedenke schliesslich, dass diese Messungen beinahe nur in Kabelfabriken ausgeführt werden können, wo meistens die nöthige Musse

fehlt, um sich dem Gegenstand mit aller Aufmerksamkeit widmen zu können.

Man darf daher wohl behaupten, dass die Tabellen und Formeln für Temperaturcoefficienten meistens nur Nothbehelfe sind, um die betreffenden Reductionen wenigstens im Groben auszuführen. Da man sich aber hier in einem Gebiete bewegt, in dem es auf die absoluten Werthe viel weniger ankommt, als auf die dem Kabelelektriker wohl bekannten Zeichen einer fehlerfreien Isolation, so ist diese Ungenauigkeit praktisch von keiner grossen Bedeutung.

Die auf S. 448 und 449 des 2. Bandes gegebenen Tabellen enthalten die bei Siemens und Halske benutzten Coefficienten (und deren gemeine Logarithmen), womit man den durch die Messung bei t^0 C. ermittelten Widerstand der Guttapercha und den Kupferwiderstand zu multipliciren hat, um den der Normal-Temperatur von 15^0 C. entsprechenden Widerstand zu finden. Die Tabellen der hiervon etwas abweichenden Coefficienten, welche bei den Messungen an den unterirdischen Kabeln des deutschen Reiches zur Anwendung kommen, sollen später zugleich mit einer Besprechung der an diesen Kabeln fortlaufend ausgeführten Messungen folgen.

Eine störende Fehlerquelle bei Isolationsmessungen ist ferner die schon oben angedeutete Trägheit der Isolationshüllen in Bezug auf Temperaturannahme. Wird eine Kabelader von einem Wasserbehälter in einen anderen gesetzt, so erfolgt das Eindringen der neuen Temperatur von aussen; die Kupferseele muss also am spätesten die neue Temperatur annehmen. In Behältern, in welchen die Temperatur wechselt, haben also im allgemeinen die Isolationshülle, der Kupferdraht und das Wasser durchweg verschiedene Temperaturen, und diese Verschiedenheiten können mehrere Grade betragen.

Man besitzt nun ausser der Temperaturbestimmung des Wassers vermittelst des Thermometers noch einen anderen Werth, der Anhalt bietet zur genaueren Temperaturbestimmung der Guttapercha, nämlich dem Widerstand der Kupferseele.

Gewöhnlich kennt man den Widerstand der Kupferseele genau, da die Ader nach der Fabrikation mehrere Wochen in einem Wasserbehälter von constanter Temperatur gehalten und oft gemessen wird. Misst man nun den Widerstand der Kupferseele, wenn die Kabelader in dem Behälter mit wechselnder Temperatur liegt, so lässt sich aus demselben leicht die Temperatur der Kupferseele bestimmen. Man kennt alsdann die Temperaturen des Wassers und des Kupferdrahtes und wird am wenigsten fehl gehen, wenn man die Temperatur der Isolationshülle gleich dem Mittel jener beiden Temperaturen setzt.

Bei Trockenmessungen tritt an Stelle der Temperaturmessungen des Wassers diejenige der Luft, welche von sehr zweifelhaftem Werthe



ist; in diesem Falle ist zu empfehlen, bloss die Temperaturbestimmungen aus dem Widerstand der Kupferseele zu Grunde zu legen.

XII. Isolationsmessung durch Beobachtung des Sinkens der Spannung. Diese Methode wird weniger häufig angewendet, als die gewöhnliche, nach welcher der Isolationsstrom direct beobachtet wird, namentlich weil die letztere den Vorzug besitzt, die Leitungsfähigkeit der Isolationsschicht direct anschaulich zu machen.

Wir geben hier, der Vollständigkeit halber, die im 2. Bande S. 430 enthaltene Besprechung dieser Methode wieder.

Wenn ein Kabel geladen und dann an beiden Enden isolirt wird, so strömt die im Kabel enthaltene Elektricität allmälig durch die Kabelhülle aus; die Spannung der Elektricität im Kabel sinkt also allmälig und zwar um so mehr, je schlechter das Kabel isolirt ist; das Sinken der Spannung bildet daher ein Mittel, um den Isolationswiderstand zu messen.

Dieses Sinken der Spannung wird entweder mit dem Galvanometer, oder mit dem Elektrometer gemessen.

Wendet man das Galvanometer an, so misst man zuerst den Strom bei Ladung des Kabels (Ausschlag A), isolirt das Kabel, wartet t Minuten, und entladet dann das Kabel durch das Galvanometer (Ausschlag a). Wenn W der Isolationswiderstand, C die Capacität des Kabels in Mikrofarad, so ist

$$W = 26{,}85 \frac{t}{C\,(\log A - \log a)} \text{ Millionen S. E.}$$

Wenn der Ausschlag (mit derselben Batterie) bekannt ist, den 1 Mikrofarad giebt, so lässt sich ausserdem noch aus dem Ladungsausschlag die Capacität C bestimmen. Empfindlicher wird die Messung, wenn man, statt das Kabel nach t Minuten zu entladen, dasselbe wieder an die Batterie legt; die Elektricität, die alsdann in das Kabel strömt, ist gleich derjenigen, welche das Kabel vorher verloren hat, $= A - a$.

Die Ausschläge und damit die Empfindlichkeit der Messung werden um so grösser, je länger das Kabel ist; die Isolation ganz kurzer Längen lässt sich auf diese Weise nicht messen.

Beispiel. 1500 Meter vom deutschen Untergrundkabel. $C = 0{,}323$ ^{mf}, $A = 167$, nach einer Minute $a = 145$ Skalentheile,

$$W = 26{,}85 \frac{1}{0{,}323\ (2{,}22272 - 2{,}16137)} = 1355 \text{ Millionen E.}$$

Wendet man dagegen das Elektrometer an, so lässt sich die Isolation von beinahe beliebig kurzen Stücken Kabel noch messen. Man misst nämlich an demselben nicht Ladungen oder Elektricitätsmengen, sondern Spannungen, und die Veränderung der Spannung ist unabhängig von der Länge.

Die Ladung des Kabels nämlich ist proportional, der Isolationswiderstand umgekehrt proportional der Länge; der Verlust aber, den die Ladung in einer bestimmten Zeit erleidet, hängt von dem Produkt: Ladung $\times$ Isolationswiderstand ab, ist also unabhängig von der Länge. Je länger daher ein Kabel ist, um so mehr Ladung nimmt es auf, um so mehr verliert es aber auch in einer bestimmten Zeit; die Spannung sinkt also gleichmässig in langen und kurzen Stücken.

Wenn S die Spannung unmittelbar nach der Ladung (gleich der Spannung des angelegten Batteriepols), s diejenige nach t Minuten, so ist

$$W = 26{,}85 \frac{t}{C\,(\log S - \log s)} \text{ Millionen S. E.}$$

Hieraus folgt auch, dass

$$\log S - \log s = \log \frac{S}{s} = 26{,}85 \frac{t}{WC};$$

das Product WC ist unabhängig von der Länge, also auch das Verhältniss der Spannungen.

Ueberhaupt eignet sich das Elektrometer mehr zu dieser Art von Messung, da man in dem Ausschlag desselben die Spannung stets gleichsam vor Augen hat, während das Galvanometer nur das Integral Spannungsverlust $\times$ Zeit angibt.

Der nach der vorstehenden Methode erhaltene Isolationswiderstand ist nicht der zur Zeit t wirklich vorhandene, sondern der mittlere Isolationswiderstand während der Zeit t. Man erhält also mittels dieser Methode andere Resultate, als mit der gewöhnlichen Methode.

XIII. **Capacitätsmessung**. Diejenige Methode, welche die einfachste und beinahe allgemein gebräuchliche ist, um Capacitäten zu bestimmen, ist diejenige des einfachen Ausschlages.

Man schaltet nach dieser Methode das Galvanometer zwischen Batterie und dem am andern Ende isolirten Kabel und beobachtet die Ausschläge bei Ladung und Entladung des Kabels. Um die Capacität in Mikrofarad zu bestimmen, lässt man durch dieselbe Batterie einen Normalcondensator von bekannter Capacität laden. Die Capacität des zu messenden Kabels verhält sich alsdann zu derjenigen des Normalcondensators wie die betreffenden Ausschläge.

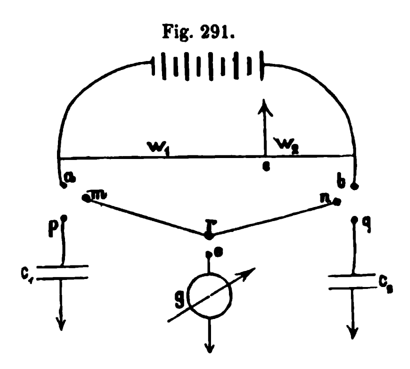
Der Gebrauch des Nebenschlusses ist hierbei durchaus derselbe, wie bei der gewöhnlichen Isolationsmessung, das heisst, es geht auch hier derjenige Theil des Hauptstromes durch das Galvanometer, der durch die Grösse $n + 1$ bezeichnet ist, wenn n das Verhältniss des Galvanometerwiderstandes zum Nebenschlusswiderstand bedeutet.

Diese Methode hat einerseits den Nachtheil, dass sie um so weniger genaue Resultate liefert, je länger das Kabel ist; und auch bei kurzen Kabeln sind kleine Fehlerquellen zu beachten. Eine andere Methode,



welche z. B. bei Siemens und Halske in Anwendung ist, ist die von Thomson angegebene Compensationsmethode. Dieselbe besteht im wesentlichen darin, dass die zu vergleichenden Condensatoren, das Kabel und der Normalcondensator, der eine mit positiver, der andere mit negativer Elektricität geladen wird, und die Spannungen, mit welchen geladen wird, so gewählt werden, dass, wenn nach der Ladung die Condensatoren mit einander verbunden werden, die beiden Ladungen sich vollständig vernichten, so dass keine Ladung mehr übrig bleibt.

Fig. 291.



Die bei Siemens und Halske zur Ausführung dieser Methode angewendete Schaltung ist bereits im 2. Bande S. 436 angeführt. Wir

Fig. 292.

wiederholen hier dieselbe in Fig. 291 und schliessen daran die Beschreibung einer Messbrücke für Widerstand und Ladung von Siemens und Halske (s. Fig. 292).

Für die Widerstandsmessung werden gebraucht: die Brückenzweige A und B, der Widerstandskasten W_1, der Batterietaster T_1 und der Galvanometertaster T_2; zu der Capacitätsmessung dienen: der Normalcondensator C_1, die Ausgleichsrolle W_2, der Widerstandskasten W_1, der Batterietaster T_3 und der Entladungstaster T_4. Jede Schaltung hat ihre eigene Batterie.

Bei der Widerstandsmessung sind die mit w bezeichneten Löcher zu stöpseln, die mit l bezeichneten offen zu lassen. Als Schlüssel ist T_1 zu benutzen. Man sucht den Widerstand W_1, bei dessen Einschaltung das Galvanometer keinen Strom zeigt.

W = der zu messende Widerstand; man hat:

$$W = \frac{A}{B} W_1.$$

Verfügt man über beide Enden des Widerstandes, so sind dieselben an die Klemmen K_1 und K_2 anzulegen und Loch J zu stöpseln.

Liegt ein Ende des Widerstandes an Erde, so hat man das andere Ende an die Klemme K_2 anzulegen und die Löcher J und E zu stöpseln.

Bei der Fehlerbestimmung nach der Schleifenmethode wird die fehlerhafte Leitung an K_1 und K_2 angelegt und Loch E gestöpselt.

Bei der Ladungsmessung sind die mit l bezeichneten Löcher zu stöpseln, die mit w bezeichneten offen zu lassen.

Die Batterie muss gut isolirt sein.

Man drückt die beiden Taster in T_3, lässt dann beide los, worauf T_4 gedrückt und der Ausschlag am Galvanometer beobachtet wird. Man sucht den Widerstand W_1, bei dessen Einschaltung kein Ausschlag erfolgt.

C = die zu messende Ladungs-Capacität; man hat:

$$C = \frac{W_1}{W_2} C_1.$$

Der Widerstand W_2 beträgt tausendmal soviel Siemens'sche Einheiten, als der Normalcondensator Mikrofarad enthält; es ist daher

$$C = \frac{1}{1000} W_1 \text{ (Mikrofarad)},$$

oder die gesuchte Capacität enthält tausendmal weniger Mikrofarad, als der gefundene Widerstand W_1 Einheiten beträgt.

Die bei der Capacitätsmessung mittelst einfachen Ausschlags auftretenden Fehlerquellen sind folgende.

Zunächst bewirkt die Anwendung von Galvanometern mit Luftdämpfung wahrscheinlich eine Abweichung des Ausschlags von der Proportionalität mit der Ladung.

Eine zweite kleine Fehlerquelle beruht auf der Selbstinduction im Galvanometer, welche zuerst von Varley in Betracht gezogen wurde.

Wenn ein Strom in einer Windung einer Galvanometerrolle entsteht, so übt er auf die benachbarten Windungen eine Induction aus.

Eine dritte und weitaus die wichtigste Fehlerquelle der Methode des einfachen Ausschlages ist der Einfluss der Verzögerung der Elektricitätbewegung im Kabel oder, wenn man will, der Zeit, welche die Isolationshülle des Kabels braucht, um sich zu elektrisiren. Diese Zeit ist durchaus nicht so klein, wie man vielleicht denken sollte; dieselbe hängt nicht nur von der Capacität und der Länge des Kabels selbst, sondern auch und vielleicht hauptsächlich von den Eigenschaften der Isolationshülle ab, welche man bezeichnen kann als eine Trägheit gegenüber Veränderungen des elektrischen Zustandes.

Ohne auf die Natur dieser Trägheit weiter einzugehen, was schon desshalb nicht angeht, weil dieselbe durchaus nicht als bekannt anzusehen ist, wollen wir hier nur an einem Beispiel die praktische Tragweite dieser Verzögerungsvorgänge im Kabel für die Messung der Ladung darthun.

An dem unterirdischen Kabel Berlin — Hamburg von einer Länge von etwa 300 km und einer Capacität von ungefähr 75 Mikrofarad war vor der Legung durch die Messung bei der Fabrikation die Capacität der einzelnen Theillängen (von ungefähr je 1,5 km Länge) genau bekannt. Während der Legung, welche von einem Ende aus erfolgte, wurden fortlaufende Capacitätsmessungen angestellt nach der Methode des einfachen Ausschlages, und es machte sich bald deutlich bemerkbar, dass die an der gelegten Strecke auf diese Weise bestimmte Capacität erheblich kleiner ausfiel, als die aus den früheren Capacitätsmessungen berechnete Capacität und zwar um so mehr, je länger die gelegte Strecke war. Der Fehler, welcher auf diese Weise bei Messung der Capacität der ganzen Länge entstand, betrug schliesslich etwa 23 Procent.

Hieraus erhellt, dass für lange Kabel die Methode des einfachen Ausschlages unbrauchbar und die Anwendung der Compensationsmethode durchaus geboten ist. Es zeigte sich dies auch bei einer Reihe von Kabelstrecken, welche im deutschen Reiche nach der oben erwähnten gebaut wurden, und bei welchen die Capacitätsmessungen nach der Compensationsmethode zuweilen sogar dazu dienten, um die Länge des ausgelegten Kabels zu bestimmen.

Die Compensationsmethode hat den grossen Vorzug, dass sie nicht mit dem Entstehen und Verschwinden der Elektrisirung arbeitet, sondern mit dem Zustande der dauernden Elektrisirung. Bei derselben ist die Zeitdauer der Elektrisirung gleichgültig; man kann eine halbe Stunde Batterie anlegen, wenn man es für nöthig findet. Es ist nur Sorge zu



tragen, dass die Isolirung des Kabelendes und der einen Belegung des Condensators, welche dem Ausgleich der Ladung vorhergeht, möglichst kurze Zeit dauert, weil durch unvollkommene Isolation des Kabels und des Condensators auch deren Ladung verloren gehen können; und ferner muss für den Ausgleich der Ladungen stets dieselbe Zeit angewendet werden.

Eine Fehlerquelle für alle Ladungsmessungen ist die sogenannte Rückstandsbildung. Wie bekannt, zeigt jedes Kabel, nachdem es geladen und hierauf längere Zeit entladen ist, doch stets noch einen kleinen Rückstand an Ladung, wenn man es nach der ersten Entladung einige Zeit isolirt und alsdann nochmals entladet. Diese Erscheinung tritt am geringsten bei Condensatoren aus Glimmer oder Paraffin auf, ist bei Luftcondensatoren gar nicht vorhanden, zeigt sich aber am stärksten bei Kabeln, deren Isolationshülle aus Guttapercha, Gummi oder anderen harzigen Massen besteht. Der Rückstand ist ferner abhängig von der Temperatur der Isolationshülle und der elektromotorischen Kraft der Batterie.

Die Erscheinung des Rückstandes ist durchaus nicht so aufgeklärt, wie es im Interesse genauer Capacitätsmessungen zu wünschen wäre. Der praktische Elektriker kann dieselbe nur insoweit berücksichtigen, als er zu der Ladungsmessung möglichst geringe Batterie anwendet. Alsdann erreichen die Fehler, welche aus der Rückstandsbildung bei Capacitätsmessungen von Kabeln entstehen, kaum ein Procent, wenigstens bei Anwendung der Compensationsmethode.

XIV. **Die Kabelmessungen in den verschiedenen Stadien der Fabrikation.** Wir fassen noch einmal übersichtlich die Messungen zusammen, welche während der fortschreitenden Fabrikation auszuführen sind.

Zunächst sind die Materialien zu prüfen, d. h. das Kupfer und das Material der Isolationshülle Guttapercha u. s. w.

Ueber die Prüfung der Leitungsfähigkeit des Kupfers ist oben das Nähere mitgetheilt.

Das Material der Isolationshülle lässt sich nicht gut anders prüfen, als dadurch, dass kurze Kabelstücke aus demselben gefertigt und ihre elektrischen Eigenschaften bestimmt werden. Für rohe Bestimmungen genügt es, z. B. die Guttapercha in dünne Platten auszuwalzen, auf beiden Seiten mit Stanniol zu bekleben, Isolation und Ladung und die Dicke der Schicht zu bestimmen und hieraus die Isolation des zu fabricirenden Kabels zu berechnen.

Der wichtigste Theil der Thätigkeit des Elektrikers bei der Kabelfabrikation sind die Prüfungen der Kabelader. Bekanntlich werden z. B. Guttaperchaadern sogleich nach ihrer Herstellung in Behälter von höherer Temperatur gelegt und mehrere Wochen beobachtet, während die Temperatur des Behälters constant gehalten wird.



Hier stellt sich die Aufgabe, namentlich die Isolation der Ader durch beinahe tägliche Messungen zu verfolgen, die Eigenthümlichkeiten der betreffenden Materialsorten kennen zu lernen und zu entscheiden, nicht nur, ob die Ader fehlerfrei sei, sondern auch, wann dieselbe die sogenannten Temperaturbehälter verlassen darf, um zur Fabrikation des Kabels verwendet zu werden. Ist die Kabelader einmal zum Kabel umgestaltet, gewöhnlich also mit Eisendraht umsponnen, so sind etwaige Reparaturen schwierig und kostspielig. Es hängt also für die Fabrikation viel davon ab, ob nur wirklich gesunde Kabeladern in das Kabel genommen werden.

Werden aus mehreren Kabeladern Aderlitzen durch Verseilung hergestellt, wie z. B. die 7-adrigen Litzen der deutschen unterirdischen Kabel, so gelangt die Aderlitze nach ihrer Herstellung ebenfalls in einen Wasserbehälter und wird wieder elektrisch geprüft.

Den Schlussakt der Prüfungen bei der Fabrikation bilden die Prüfungen am fertigen Kabel. Dasselbe wird in einen grossen Wasserbehälter gelegt und eine Reihe von Tagen beobachtet, worauf alsdann das Urtheil zu begründen ist, ob das Kabel als fehlerfrei zu betrachten ist oder nicht. Diese Messung ist erheblich ungenauer als diejenige der Kabeladern in den Temperaturbehältern, weil die Temperatur der Kabelbehälter ihrer Grösse und Lage wegen sich meist nicht constant halten lässt und die oben besprochenen Schwierigkeiten der Temperaturreduction auftreten. Auch hier müssen besondere Erfahrungen gesammelt werden, wie sich die Isolation bei fortwährendem Wechsel der Temperatur verhält.

Das Schlussurtheil des Elektrikers ist daher ein Ausdruck seiner ganzen Erfahrung, nicht bloss das Zahlenergebniss der letzten Messungen.

XV. **Fehlerbestimmungen während der Fabrikation.** Die Fehlerbestimmung an Kabeladern in der Fabrik kann mit der grössten Genauigkeit ausgeführt werden, wenn es nicht an Zeit mangelt.

Bekanntlich ist die Aufgabe noch immer nicht gelöst, mehrere zugleich vorhandene Fehler in einem Kabel zu bestimmen, und wahrscheinlich ist es allerdings möglich, zwei Fehler, aber nicht mehr zu bestimmen. Bei Versehen in der Fabrikation oder bei mangelhaftem Isolationsmaterial kann es leicht vorkommen, dass nicht nur zwei, sondern eine ganze Anzahl Fehler in derselben Ader auftreten, ohne dass es wünschenswerth ist, die Kabelader in Theile zu zerschneiden.

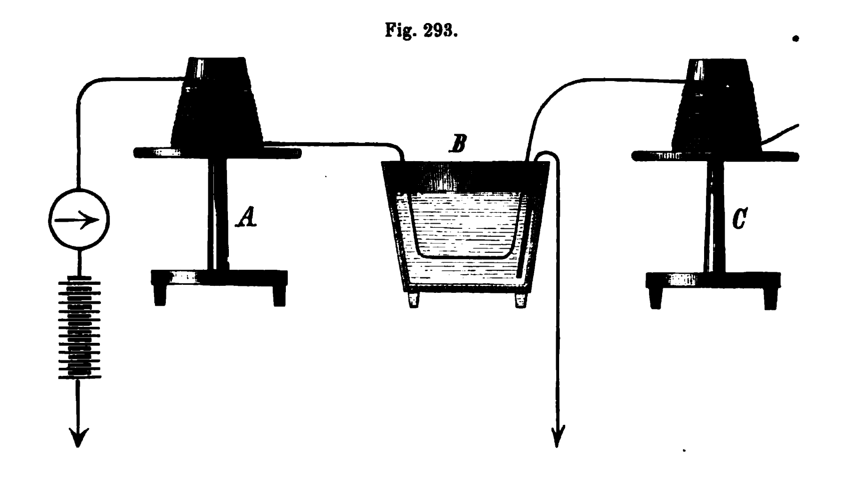
In diesem Falle bleibt nichts übrig, als eine Methode anzuwenden, welche die Isolation eines beliebig zu wählenden Stückes der Ader zu messen gestattet, und nun die Ader nach dieser Methode Stück für Stück in kleineren Längen vollständig durchzuprüfen und bei Auffindung eines fehlerhaften Stückes dieses wieder in kleineren Abtheilungen zu

untersuchen, bis es schliesslich gelingt, den ganz genauen Ort des Fehlers zu treffen und sich von dessen Vorhandensein sicher zu überführen.

Diese Methode kann in verschiedenen Formen Anwendung finden.

Die gewöhnliche, dargestellt in der Fig. 293, besteht in der Anwendung von 2 isolirten Trommeln *A* und *B* und einem mittleren nicht isolirten Bottich *C*. In den Bottich wird das zu untersuchende Stück der Ader gelegt, auf den beiden Trommeln befinden sich Anfang und Ende. Das Galvanometer wird, wie gewöhnlich, zwischen Batterie und Kabelader geschaltet; die Isolation der Trommeln geschieht durch Anwendung von grossen Horngummifüssen, welche, wie stets in solchen Fällen, von oben anzuschrauben sind. Die Stücke der Kabelader, welche

Fig. 293.

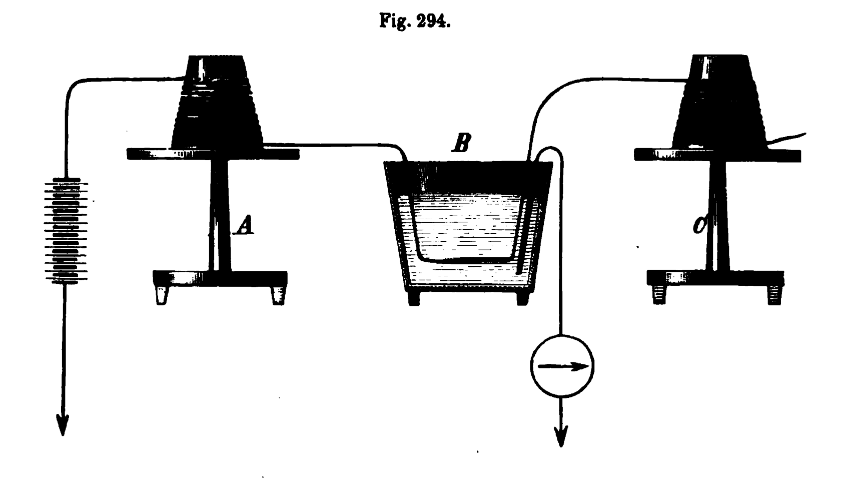


sich zwischen der Trommel *A* und *B* und zwischen *B* und *C* in der Luft befinden, müssen sorgfältig auf eine Strecke von etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Meter getrocknet, vielleicht auch mit Spiritusflamme schwach angewärmt oder mit Schmirgelpapier abgerieben werden; denn es ist die Voraussetzung zu erfüllen, dass von der durch die Isolationshülle in die isolirten Trommeln dringende Elektricität nichts in den nicht isolirten Bottich gelange. Eine Erdplatte wird nur in den letzteren gelegt. Es wird alsdann im Galvanometer derjenige Strom auftreten, welcher von der Kupferseele durch die im Bottich befindliche Isolationshülle zu der Erdplatte übergeht, oder man erhält im Galvanometer die Isolation des Stückes im Bottich. Wird nun die Kabelader allmählich von Trommel *C* nach Trommel *A* so hinübergewickelt, dass stets z. B. 10 Meter in den Bottich *B* zu liegen kommen, so erhält man auf diese Weise

nach einander die Isolation von 10 zu 10 Meter der ganzen Kabelader. Da zum Voraus der Ausschlag ungefähr bekannt ist, den 10 Meter bei einer guten Isolation hervorrufen, so zeigt jeder entschieden grössere Ausschlag das Vorhandensein eines Fehlers an. Gröbere Fehler sind ausserdem von Zuckungen begleitet.

Ist in einem Stück von 10 Meter ein Fehler gefunden, so untersucht man dieses betreffende Stück in ganz derselben Weise, z. B. von Meter zu Meter, bis man die Strecke gefunden hat, in welcher der Fehler sich befindet. Ist man gewiss, dass in einem Stück von z. B. 1 Meter ein Fehler sich befindet, so wird dieses Stück aus dem Wasser gehoben und sorgfältig trocken getrieben; man sucht alsdann die Fehlerstelle durch Auflegen des Fingers oder der Hand, welche hiebei als Erd-

Fig. 294.



platte dient. Auf diese Weise ist es leicht, den Fehler ganz genau zu localisiren, wenn auch nicht die geringsten äusseren Zeichen zu Hülfe kommen sollten. Meistens jedoch sind solche äussere Zeichen vorhanden und erleichtern die Auffindung noch erheblich.

Eine Variation derselben Methode ist die folgende; sie zeichnet sich dadurch aus, dass nur ein isolirter Bottich nöthig ist.

Die beiden Trommeln sind bei derselben nicht isolirt, der Bottich dagegen isolirt und ausserdem mit Erdplatte versehen. Das Galvanometer, wie Fig. 294 zeigt, ist nicht vor die ganze Kabelader geschaltet, sondern zwischen die in dem isolirten Bottich hängende Kupferplatte und die Erde. Sind wieder die Stellen der Ader zwischen dem Bottich und den beiden Trommeln isolirt, so geht nun allerdings in die Kabelader der der ganzen Isolation derselben entsprechende Strom,

durch das Galvanometer jedoch nur derjenige, welcher der Isolation des im isolirten Bottiche befindlichen Theiles der Ader entspricht.

In der Schnelligkeit und Sicherheit der Auffindung der Fehler ist zwischen beiden Methoden kein Unterschied.

Kommen grobe Fehler, welche auf starke Beschädigungen schliessen lassen, in grösseren Längen vor, so ist natürlich unbenommen, statt der zeitraubenden Nachsuchung nach obigen Methoden, eine Fehlerbestimmung nach der Schleifenprobe, siehe Band 2 Seite 437, vorzunehmen und den Fehler so gut zu bestimmen, als es dessen Natur zulässt. Es wird dann von der betreffenden Trommel oder dem Ringe so viel abgewickelt, als die Bestimmung lehrt, und die Gegend, in welche die Fehlerbestimmung fällt, mechanisch untersucht. Je gröber der Fehler ist, das heisst, je weniger Widerstand derselbe besitzt, desto genauer ist die Bestimmung.

Dieses Verfahren wird jedoch nur angewendet, wenn man entschieden vermuthet, dass nur ein einziger Fehler vorhanden ist. Sind zwei oder mehrere Fehler vorhanden, so giebt die Schleifenprobe eine Art von resultirendem Fehler, dessen Kenntniss im Allgemeinen wenig nützt, da zu einem und demselben resultirenden Fehler alle möglichen Gruppirungen von kleinen und grossen Fehlern an allen möglichen Punkten der Ader gehören können.

Diese Methode des Aufsuchens der Fehler lässt sich nur bei Kabeladern anwenden; schon bei Aderlitzen, das heisst bei Litzen, die aus Kabeladern zusammengesetzt, aber noch nicht mit Eisen oder Blei bedeckt sind, ist dieses Aufsuchungsverfahren kaum anzuwenden. Eine Hanfbespinnung ist in diesem Falle ebenso schädlich, wie eine Hülle von Eisen oder Blei, und es lässt sich die Isolation des im Untersuchungsbottich befindlichen Stückes der Aderlitze nach den beiden anderen Bottichen hin nur dadurch erreichen, dass der Hanf entfernt und sämmtliche Adern auseinander gedreht und sorgfältig getrocknet werden. Da diese Operation sehr zeitraubend ist, zieht man es gewöhnlich vor, den Fehler mit der Schleifenprobe zu bestimmen und die Aderlitze an der betreffenden Stelle durchzuschneiden, wenigstens die fehlerhafte Ader. Dies empfiehlt sich um so mehr, als in diesem Falle gewöhnlich die Fehler nur einzeln auftreten, da ja nur ganz gesunde Kabeladern zur Litzenverspinnung verwendet werden.

An fertigen Kabeln bleibt nichts übrig, als Bestimmung des Fehlers nach der Schleifenprobe und Schneiden des Kabels in zwei Stücke. Ist der Fehler alsdann noch nicht gefunden, so wird in dem fehlerhaften Stück des Kabels noch einmal Schleifenprobe genommen und wieder geschnitten u. s. w.

Betragen die Fehlerwiderstände über 100 Millionen S. E., so ist auch bei Anwendung der grössten Empfindlichkeit, das heisst der stärksten Batterien und der empfindlichsten Instrumente, das Resultat der Schleifenprobe für die Praxis nicht mehr genau genug, obschon dasselbe ja immerhin einen ungefähren Anhalt bietet. In solchen Fällen bleibt nichts übrig, als das Kabel so lange in Stücke zu zerschneiden mit Zuhülfenahme von Schleifenproben, bis das fehlerhafte Stück gefunden ist.

Die Anwendung der Schleifenprobe ist bei groben Fehlern leicht und rasch auszuführen; je feiner der Fehler ist, desto mehr Vorsicht ist geboten.

Meist sind die Fehler zu betrachten als feine Oeffnungen, welche sich von der Kupferseele ganz oder theilweise nach der Oberfläche hin erstrecken und mit Feuchtigkeit, vielleicht auch mit Kupferlösung gefüllt sind. Tritt Strom in das Kabel, bei Anwendung der Schleifenprobe, so ist allerdings der Widerstand des Fehlers, also der Widerstand der das Loch erfüllenden Materie ohne directen Einfluss auf die Messungen, indem derselbe nicht zu den Widerständen der Zweige gehört, sondern in den Batteriezweig, und ebenso wirkt, wie der Batteriewiderstand. Wird nun aber das Kabel, wie bei feineren Schleifenproben nöthig ist, mit starken Batterien geladen, so entstehen in dem Inneren des Fehlerganges lebhafte Polarisationen, Gasentwickelungen, Pulsationen, vielleicht auch augenblickliche Durchbrechungen der noch übrigen Isolationsschichten u. s. w.; der Widerstand ist also sehr wechselnd. Würde nun das Kabel keine Capacität besitzen, sich also verhalten, wie ein im Zimmer oder oberirdisch geführter Draht, so würden auch diese lebhaften Veränderungen im Galvanometer nur zu merken sein, so lange man die Nullstellung nicht gefunden hat. Ist diese jedoch gefunden, so könnte der Fehlerwiderstand beliebig variiren, ohne die Nullstellung der Galvanometernadel zu verändern.

Bei Kabeln ist dies nicht mehr der Fall, oder nur, wenn der Fehler genau in der Mitte des zu untersuchenden Kabels liegt. Wird durch den Fehler das Kabel in ein kürzeres und ein längeres Stück getheilt, so wird durch jede Veränderung des Fehler- oder Batteriewiderstandes eine Veränderung der im Kabel herrschenden Spannungen hervorgebracht. Es müssen sich daher auch die Ladungen der beiden Stücke verändern, da dieselben nicht gleich gross sind. Sind aber die Ladungsströme verschieden, so geht der Ueberschuss des einen über den andern durch das Galvanometer, welches im Diagonalzweige liegt.

Wir sehen, dass hier eine Messung nur erlangt werden kann durch Herbeiführung des stationären Zustandes, das heisst, man legt so lange Batterie an, bis im Galvanometer verhältnissmässig Ruhe

herrscht, fängt dann erst an, die Widerstände einzustellen, und wartet nach jeder erheblichen Veränderung der Widerstände ab, bis sich wieder ein stationärer Zustand, das heisst: Ruhe der Nadel, eingestellt hat. Dieser stationäre Zustand oder die Ruhe der Nadel ist aber auch nicht immer zu erlangen, sondern es kommt vor, dass die Nadel regelmässig periodisch auf- und ab schwankt oder auch in gleichen Zeiträumen zuckt.

Es versteht sich, dass bei diesen feineren Messungen der Batteriewechsel, das heisst der Wechsel der Pole sehr wichtig ist. Differiren die mit verschiedenen Polen gefundenen Entfernungen des Fehlers, so nimmt man das Mittel. Eigentlich dürfen, wenn es stets gelingt, den stationären Zustand zu erreichen, keine Unterschiede in der Fehlerbestimmung eintreten bei verschiedenen Polen.

Es kommt auch vor, dass man versuchen muss, z. B. in einem werthvolleren Kabel und bei der Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins eines einzelnen Fehlers, den Fehler künstlich zu vergrössern, das heisst, den Widerstand künstlich zu verringern, um dadurch mittels der Schleifenprobe eine genauere Fehlerbestimmung zu erhalten.

Dieses gelingt nur in einzelnen Fällen; es kommt vor, dass durch Anwendung von sehr starken Batterien oder von kräftigen Inductionsapparaten, Leydener Flaschen u. s. w., der Fehler vergrössert wird; aber noch öfter werden die Fehler auch durch die stärksten Mittel nicht verändert; und endlich kann es auch vorkommen, dass durch Anwendung so kräftiger Mittel der gesuchte Fehler zwar nicht vergrössert, aber dafür eine Menge anderer Fehler in das Kabel hineingebracht werden, so dass es vollständig unbrauchbar wird.

Eine wirklich gesunde, fehlerfreie Kabelader hält sehr starke Funken und Ströme aus, ohne nachzugeben.

XVI. **Messung von Löthstellen**[1]). Die höchsten Widerstände, welche der Elektriker zu prüfen hat, sind diejenigen von Löthstellen in Kabeladern; diese Widerstände werden gewöhnlich nicht in Widerstandseinheiten ausgedrückt, sondern mit denjenigen von wenigen Metern gesunder Kabeladern verglichen.

Der Strom, der durch so hohe Widerstände geht, lässt sich mit den feinsten Instrumenten kaum nachweisen; man wendet daher Condensatoren an, um die durch die Löthstelle gegangene Elektricitätsmenge anzusammeln.

Die gewöhnliche Methode der Löthstellenprüfung besteht darin, dass das Kabel CC, Fig. 295, mit möglichst starker Batterie, Ende isolirt, geladen wird; die Löthstelle X wird in einen gut isolirten, mit Wasser gefüllten Trog T gelegt, in welchen zugleich eine Kupferplatte

[1]) Aus dem 2. Bande S. 481 wiederholt.

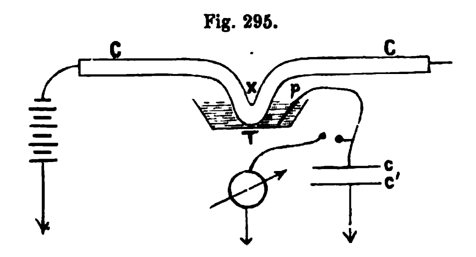


p getaucht ist; diese Platte ist mit der einen Belegung *c* des Condensators verbunden, während die andere *c'* an Erde liegt; die Ladung des Condensators wird gemessen, indem *c* von *p* abgenommen und an das Galvanometer gelegt wird, dessen anderes Ende an Erde liegt. Zu beiden Seiten des Troges muss die Oberfläche des Kabels sorgfältig gereinigt werden, damit an der Kabeloberfläche keinerlei Ueberleitung vom Trog zur Erde stattfindet.

Durch die Löthstelle geht etwas Elektricität aus dem geladenen Kabel hindurch, sammelt sich in dem Condensator *cc'* an und kann nach einigen Minuten durch das Galvanometer entladen werden. Wiederholt man dieselbe Operation mit einem kurzen Stück Kabelader statt mit der Löthstelle, so erhält man durch Vergleichung der beiden Ausschläge ein Urtheil über die Güte der Löthstelle.

Man kann den Condensator durch die Löthstelle entladen, statt denselben zu laden, wie eben beschrieben; das Kabel wird alsdann an Erde gelegt, und man misst den Ladungsverlust, welchen ein gut isolirter,

Fig. 295.



geladener Condensator durch die Löthstelle in einigen Minuten erleidet. Diese Methode wird nur im Nothfall angewendet, namentlich bei Kabelreparaturen auf See, wenn man kein Kabelende zur Verfügung hat.

c. Messungen an oberirdischen Leitungen während der Fabrikation.

XVII. Die oberirdischen Leitungen bestehen bekanntlich gewöhnlich aus Eisen; in neuerer Zeit wird auch, namentlich für Telephon-Drähte, Stahl, Phosphorbronze, Siliciumkupfer u. s. w. angewendet. Die Fehlergrenzen der elektrischen Eigenschaften, welche dem Lieferanten vorgeschrieben werden, sind hier sehr viel weiter als bei Kabeln, weil es hier praktisch nur auf den Widerstand ankommt, die Capacität eine ganz untergeordnete Rolle spielt und auch beim Widerstand erhebliche Schwankungen ohne Einfluss auf das praktische Telegraphiren sind.

Man hat also im Wesentlichen nur Widerstände zu prüfen und dafür zu sorgen, dass das Gewicht eine gewisse Grenze nicht über-

schreitet und der Draht ausserdem in Bezug auf Elasticität, namentlich Zugfestigkeit, die gestellten Ansprüche erfüllt. Die letzteren Anforderungen haben praktisch in diesem Falle beinahe mehr zu sagen, als die Widerstandsbestimmungen, gehören aber nicht hieher.

Gewiss hat es auch Interesse, die absolute Leitungsfähigkeit (im Verhältniss zu Quecksilber) dieser Materialien kennen zu lernen. Sie haben jedoch nur dann Werth, wenn das Material nur aus einem einzigen Metall besteht und nicht metallische Ueberzüge besitzt, wie z. B. bei verzinkten Eisendrähten.

Für diese Leitungsfähigkeitsbestimmung gilt ganz dasselbe, was wir oben bei Leitungsfähigkeit des Kupfers für Kabel erwähnt haben.

Um die Leitungsfähigkeit z. B. verschiedener Eisensorten zu prüfen, wendet man ebenfalls sehr zweckmässig die oben (S. 285) beschriebene Thomson'sche Doppelbrücke an; sogar um die Widerstände des fertigen Leitungsdrahtes zu bestimmen, wird diese Brücke passender sein, als die zum Messen grösserer Widerstände bestimmten Apparate, da man alsdann den grossen Vortheil besitzt, nur mit kleineren Längen sich begnügen zu dürfen.

Sind Widerstände von erheblichen Längen probeweise ausgespannter Drahtleitungen zu prüfen, so kann jede beliebige der gewöhnlichen Formen der Wheatstone'schen Brücke oder des Differentialgalvanometers verwendet werden.

§. 17.

Die elektrischen Messungen während und nach der Legung der Leitung.

a. Messungen während der Legung von unterirdischen Kabeln.

I. Obschon unterirdische Kabel und Seekabel in der Construction principiell wenig verschieden sind, so ist doch der Vorgang der Legung bei beiden ein sehr verschiedener, namentlich weil es beim unterirdischen Kabel jeder Zeit leicht ist, einen beliebigen Punkt der gelegten Strecke auszugraben, das Kabel zu zerschneiden, etwa neue Stücke einzusetzen u. s. w., während hierauf bei der Legung von Seekabeln verzichtet werden muss.

II. **Die Messungen bei Legung der deutschen Untergrund-Kabel.** Die umfangreichsten Legungen von unterirdischen Kabeln sind bisher im deutschen Reiche erfolgt. Wir beschreiben im Folgenden den gewöhnlichen Hergang der Messungen bei diesen Legungen.



Beinahe ohne Ausnahme wurden diese Kabel von einem Endpunkte, gewöhnlich von einer grösseren Stadt aus, gelegt, und es war natürlich, dass an dem festen Anfangspunkt des Kabels eine Messstation errichtet wurde, welche wenigstens täglich eine vollständige Messung des Kabels vorzunehmen und ausserdem den telegraphischen Verkehr zwischen Strecke und Station zu besorgen hatte.

Da die Kabel stets aus mehreren Adern bestanden, mussten Umschalter von sorgfältiger Isolation angebracht werden, welche gestatteten, jede beliebige Ader einzuschalten oder die wünschenswerthen Combinationen von Adern leicht herzustellen.

Im Uebrigen empfahl es sich, sowohl auf der Station als auf der Strecke, die Isolationsmessungen, welche für den Zustand des Kabels Ausschlag gebend sind, und die weniger wichtigen Messungen des Kupferwiderstandes in der Anordnung der Instrumente zu trennen und zwei gesonderte Schaltungen einzurichten, die eine namentlich für Isolationsmessung, die andere namentlich für Kupferwiderstandsmessung. Die Ladungsmessung schliesst sich an die Isolationsmessung an, wenn mit directem Ausschlag gemessen wird, dagegen, wenn Compensationsmethode angewendet wird, an die Bestimmung des Kupferwiderstandes.

Diese Schaltungen unterscheiden sich kaum von denjenigen, die bei der Fabrikation benutzt werden und in §. 16 b. beschrieben sind. Höchstens ist bei der Messbrücke der Strecke eine Umschalte-Vorrichtung beigefügt, welche gestattet, bloss durch Stöpselung, auf Kupferwiderstand eines Kabels (wenn beide Enden gegeben sind, oder wenn das entfernte Ende an Erde liegt), oder auf Fehlerbestimmung nach der Schleifenmethode zu schalten.

Ladungsmessungen wurden in der Regel nur auf der Station ausgeführt, da der Strecke jede unnöthige Arbeit abgenommen werden muss, um das umständliche Geschäft der Messungen an der Spitze der Kabelkolonne nicht noch mehr zu erschweren.

In der Regel bot sich Tags über weder Gelegenheit zu Isolationsmessungen, noch zu anderen, da im Allgemeinen beinahe ohne Unterbrechung an der Spitze des ausgelegten und verlötheten Kabels Löther beschäftigt waren. Gelegenheit zu Messungen fand sich nur Abends, wobei daran festgehalten wurde, dass an der Spitze des fertig gelegten Kabels die Enden versiegelt, d. h. vom Löther angeschnitten und mit Guttapercha sorgfällig überzogen wurden, so dass Abends das ausgelegte Kabel ein Ganzes darstellte, welches gute Isolation zeigen musste, wenn keine Fehler vorhanden waren.

Der Stationselektriker hatte daher Abends, nach Schluss der Arbeiten auf der Strecke, eine sorgfältige Isolationsmessung mit beiden Polen und eine Ladungsmessung auszuführen. Geschah die letztere nach

der Compensationsmethode, so konnte leicht aus derselben die Länge des ausgelegten Kabels bestimmt werden, wie schon oben bemerkt; es wurde so verfahren, wenn aus äusseren Gründen Nachrichten von der Strecke ausgeblieben waren. Natürlich hatte der Stationselektriker stets die Resultate wenigstens der Isolationsmessung der Strecke bei nächster Gelegenheit telegraphisch mitzutheilen.

Die grösseren Kabelstrecken waren in mehrere kleinere Strecken getheilt, die meist in kleineren Städten endigten, wo alsdann Kabelumschalter, sei es während der Legung, sei es nach der Legung, aufgestellt wurden. Während der Legung erwies es sich als sicherer, die Aufstellung von Kabelumschaltern zu vermeiden, da dieselben zum Auftreten von Isolationsfehlern Veranlassung geben konnten.

Kupferwiderstandsmessungen wurden nicht täglich, sondern nur, so oft sich Gelegenheit bot, angestellt. Bei diesen Messungen ist, wenn irgend möglich, die Verwendung von Erde zu vermeiden, weil deren Widerstand nicht unerheblich und schwierig genau zu bestimmen ist, und weil dadurch die sonst in dem ganzen Messungssystem herrschende Genauigkeit verdorben wird.

Es muss noch erwähnt werden, dass, namentlich wenn zwischen Strecke und Station mangelhafter Verkehr herrscht, es eigentlich rationeller ist, die Isolationsmessungen von der Station nicht nach der gewöhnlichen Methode, sondern nach der Methode des Sinkens der Spannung auszuführen. Denn diese Methode hat das Eigenthümliche, dass ihre Angabe unabhängig von der Länge ist. Wie schon oben mitgetheilt, hängt das Sinken der Spannung von dem Product der Capacität und des Isolationswiderstandes ab. Da die Capacität proportional der Länge, der Isolationswiderstand umgekehrt proportional der Länge ist, so ist das Product unabhängig von der Länge, und wenn also das ganze Kabel aus derselben Sorte von Guttapercha hergestellt ist und während der Legung kein Fehler entsteht, so müsste der Stationselektriker alle Abende dasselbe Sinken der Spannung beobachten.

Bei der gewöhnlichen Isolationsmessung wächst natürlich der Isolationsstrom mit der sich vermehrenden Länge, und es kann erst auf die Güte der Isolation geschlossen werden, wenn mit Hilfe der Ladungsmessungen oder durch directe Nachrichten die Länge bekannt und die Isolationsmessung danach reducirt wird.

Das Hauptgeschäft des Elektrikers der Strecke und seiner Gehilfen bestand darin:

1. die einzelnen, auf den Eisenbahnstationen oder an anderen Punkten zusammengestellten Kabeltrommeln auf Isolation zu prüfen;



2. eine zweite Prüfung vorzunehmen, nachdem die betreffenden Kabel abgewickelt und in den zu ihrer Legung geöffneten Graben gelegt sind, vor der Zuschüttung des Grabens;

3. das Geschäft der Löthung zu leiten und zu überwachen und die Isolation der Löthstellen zu messen;

4. gelegentlich von der Strecke aus Messungen der ganzen Strecke vorzunehmen.

Da an jedem Tage eine Anzahl von Kabelstücken ausgelegt wird (meistens je ein Kilometer lang), so dehnen sich die Arbeiten des Streckenelektrikers auf eine erhebliche Länge aus, und er muss daher in den Stand gesetzt sein, seine Messapparate und sonstige Utensilien stets leicht transportiren und mit möglichst geringem Zeitverlust zur Messung fertig aufstellen zu können.

III. **Messwagen.** Die Messapparate werden daher in einem Messwagen vereinigt, dessen Ausrüstung im Einzelnen zu beschreiben hier nicht am Platze wäre, da bei solchen Ausrüstungen meist die persönlichen Ansichten über Bequemlichkeit und Zweckmässigkeit auseinander gehen.

Das wichtigste Stück des Streckenelektrikers ist sein Spiegelgalvanometer, das zu diesem Zweck sicher transportabel und möglichst leicht und rasch einzustellbar sein muss, und der Fuss, der zu dessen Aufstellung dient.

Fig. 296 stellt einen solchen Fuss, von Siemens und Halske construirt, dar. Derselbe besteht aus einem, etwa zwei Meter langen, starken Messingrohr, das unten in eine grosse eiserne Kugelpfanne endigt, während eine zweite eiserne Halbkugel mit 3 starken Füssen von unten in die Pfanne passt. Dieser Fuss wird während der Fahrt emporgehoben und befestigt. Am Orte der

Fig. 296.



Messung angekommen, lässt man den Fuss auf den Erdboden herab, stellt mit Hilfe einer Wasserwage den auf dem Rohre aufgesetzten Teller ungefähr horizontal und zieht das Kugelgelenk fest an. Das Galvanometer wird alsdann auf drei, auf jenem Teller angebrachte Horngummifüsse gesetzt, die Arretirung der Nadel losgelassen und der Magnet frei gemacht durch Einstellung der drei Fussschrauben. Die Laterne, welche fest mit dem Wagen verbunden, aber drehbar ist, wird auf den Spiegel des Galvanometers gerichtet, das Galvanometer senkrecht zu der Verbindungslinie nach der Laterne gestellt, und der Richtmagnet, der an dem Messingrohr des Fusses angebracht ist, so gedreht, dass auch der Spiegel des Galvanometers senkrecht zu jener Verbindungslinie sich stellt; wenn endlich die Scala in verticaler Beziehung so verschoben wird, dass der vom Spiegel ausgehende, reflectirte Strahl dieselbe trifft, so ist das Instrument zur Messung fertig.

Diese ganze Operation lässt sich bei einiger Uebung vom Stillstand des Wagens an in 10 Minuten ausführen.

Der Wagen führt natürlich seine besonderen Leitungen, mit oder ohne Isolirköpfe, mit sich. Die Verbindungen zur Isolationsmessung, welche ja meist allein gebraucht wird, sind meist fertig vorhanden, so dass nur die vom Wagen ausgehende Leitung noch an das Kabel angelegt zu werden braucht, um mit der Isolationsmessung beginnen zu können.

IV. **Batterie.** Streng genommen könnte man mit einer einzigen Batterie auskommen und würde dieselbe natürlich am zweckmässigsten auf der Station aufzustellen sein. Die Station hätte alsdann auch für Löthstellenmessungen stets Batterie anzulegen, und der Kabelwagen hätte höchstens so viel Batterie mitzuführen, als zur Vornahme von provisorischen Isolationsmessungen genügt.

Diese Beschränkung hat sich als unvortheilhaft erwiesen, weil der Streckenelektriker in seinen Bewegungen dadurch gehemmt wird und namentlich beim Löthstellenmessen viel Zeit verloren gehen kann; denn während der letzteren kann zwischen Strecke und Station telegraphischer Verkehr nicht gut stattfinden, und derselbe kann in der Regel erst zu einer vorher ausgemachten Zeit wieder aufgenommen werden nicht gleich nach Beendigung der Messung.

Der Streckenelektriker muss in seinen Bewegungen unabhängig sein und muss überhaupt das ganze System von Messungen, Lötharbeiten u. s. w., vollständig kommandiren und jeder Zeit darüber disponiren können. Es ist desshalb zweckmässig, dass er eine für genaue Isolationsmessungen und namentlich für Löthstellen-Prüfungen vollständig ausreichende Batterie (z. B. 200 kleine Pappelemente in Kasten zu



je 10) mit sich führt. Die Batterie besteht aus einer Anzahl kleinerer Kästen, kann daher leicht aus dem Wagen herausgenommen und an einem beliebigen Punkte des Kabels angelegt werden, während der Streckenelektriker mit dem Wagen und den Instrumenten an diejenige Stelle fährt, an welcher Löthstellen zu messen sind.

V. **Löthstellenmessung.** Der schwierigste Theil der Thätigkeit des Streckenelektrikers ist die Löthstellenmessung. Dieselbe ist ohnehin die schwierigste Isolationsmessung, weil der Widerstand einer guten Löthstelle circa 1 Billion S. E. betragen muss. Ist das Wetter feucht, oder herrscht gar Nebel, so ist es oft beinahe unmöglich, sichere Angaben zu erhalten, da das geringste Beschlagen der Klemmen des Condensators oder auch anderer Stellen der Messschaltung mit Feuchtigkeit Ausschläge hervorrufen kann, die erheblich grösser sein können, als der einer guten Löthstelle entsprechende Ausschlag. Das Prüfen der Löthstellen hat daher mehr nur den Zweck, gröbere Fehler zu entdecken, wenn solche vorhanden sind, das heisst diejenigen Fälle, in welchen der Widerstand der Löthstellen gleich ist der Isolation von nicht nur einigen Metern, sondern 20 und mehr Metern.

VI. **Fehleraufsuchung.** Die Geschicklichkeit des Streckenelektrikers wird am meisten auf die Probe gestellt beim Auftreten von Fehlern. Die Methoden, welche in diesem Falle anzuwenden sind, sind ausschliesslich die Schleifenprobe und Isolationsmessungen in Verbindung mit Schneiden, Oeffnen von Löthstellen u. s. w. Die auch im 2. Bande S. 439 angeführte Methode, welche für den Fall gilt, dass nur ein Ende des Kabels zur Stelle ist, und bei welcher das entfernte Ende einmal isolirt und einmal an Erde gelegt wird, ist nur zu benutzen, wenn kein anderes Mittel sich darbietet.

In der Regel bedient man sich zunächst der Schleifenprobe, um festzustellen, in welche Gegend ungefähr der Fehler fällt; zweckmässig ist, diese Messung sowohl von der Station, als von der Strecke aus vorzunehmen. Diese Controle giebt zugleich dem Elektriker ein Urtheil über die Genauigkeit der Fehlerbestimmung, das heisst über die Länge der Strecke, innerhalb welcher der Fehler zu suchen ist. Die Genauigkeit der Bestimmung hängt, wie oben auseinandergesetzt, von der Grösse des Fehlers ab.

Der Elektriker eilt nun in die Nähe des vermutheten Fehlerortes, schneidet an einer passenden Stelle das Kabel, lässt auf der Station und an dem Streckenende isoliren und misst Isolation nach beiden Seiten. Hierdurch erfährt er, in welcher Strecke der Fehler sich befindet; hat er Gelegenheit, eine neue Schleifenprobe vorzunehmen, so wird er natürlich dieselbe nicht versäumen. Dann begiebt er sich über die Stelle hinaus, an welcher er den Fehler vermuthet, schneidet wieder,

misst Isolation nach beiden Seiten, stellt womöglich wieder Schleifenproben an u. s. w. Auf diese Weise wird der Fehler immer mehr eingegrenzt und, wenn er in einer gröberen, mechanischen Beschädigung besteht, ohne Mühe gefunden. Ist er dagegen feinerer Natur, so wird wenigstens das Kabelstück gefunden, in welchem derselbe sich befindet, und dieses Kabelstück durch ein neues ersetzt.

So einfach diese Operation erscheint, so bietet doch im ganzen Bereiche der Kabelmessungen sich keine bessere Gelegenheit, um die Uebung und die Erfahrung des Kabelelektrikers aufs Vollste in Anspruch zu nehmen.

Da bei diesen Messungen gewöhnlich die grösste Eile herrscht, so kann nur Derjenige rasch zum Ziel kommen, der vollständig seine Instrumente beherrscht, ihre Fehler und Eigenthümlichkeiten genau kennt und sie von den Fehlern und Eigenthümlichkeiten der Vorgänge in den Kabeladern rasch und sicher zu trennen weiss und endlich die ganze Operation mit der nöthigen Umsicht leitet.

b. Messungen beim Legen von See-Kabeln.

VII. Beim Legen eines Seekabels kommt es in erster Linie darauf an, eine Probe der Continuität zwischen „Schiff und Ufer" fortwährend gleichsam vor Augen zu haben, und zweitens, auch die Grösse der Isolation fortwährend oder beinahe fortwährend ablesen zu können; denn bekanntlich bietet trotz aller Verbesserungen und Erfahrungen der Neuzeit eine solche Legung, namentlich in grosser Tiefe und bei hohem Seegang, grosse technische Schwierigkeiten. Es bedarf dieselbe daher der unausgesetzten, gespanntesten Aufmerksamkeit sämmtlicher betheiligten Ingenieure, und es ist namentlich wichtig, das Auftreten einer Unregelmässigkeit oder eines Fehlers sofort bei dessen Auftreten zu bemerken und, wenn möglich, durch Anhalten des Schiffes, Wieder-Aufnehmen des Kabels, u. s. w. zu beseitigen.

Aus diesen Gründen ist es nothwendig, dass erstens „Schiff" in Bezug auf elektrische Messungen das Kommando führt, dem sich „Ufer" absolut zu unterziehen hat; zweitens, dass für telegraphische Mittheilungen, welche die Messungen immer mehr oder weniger stören, nur möglichst kurze Zeit verwendet wird. Es bilden also während der Legung constante Messungen verschiedener Art die Regel, das Sprechen die Ausnahme.

Es versteht sich, dass an beiden Kabelenden unausgesetzter Dienst herrscht.

Die Messungen des Kupferwiderstandes und der Ladung werden während der Legung für gewöhnlich ganz unterlassen, da diese Grössen

vorher durch die Messungen in der Fabrik genau festgestellt sind, und da das Nachmessen dieser Grössen für die Kenntniss des Zustandes des Kabels im Allgemeinen nur wenig Werth hat. Ist das Kabel gesund, das heisst ohne Fehler, so haben auch Kupferwiderstand und Ladung sicher die ihnen zukommenden Werthe. Treten Fehler auf, so giebt die Controlirung dieser Grössen nur geringen Anhalt über Grösse und Ort des Fehlers.

VIII. **Continuitäts-Probe.** Dass die Kenntniss der Continuität das wichtigste ist, geht schon daraus hervor, dass in kritischen Fällen, beim Auftreten von kleinen Isolationsfehlern, wenn das Zurücknehmen des Kabels schwierig oder unmöglich ist, „Schiff" vorziehen würde, den aufgetretenen Isolationsfehler im Kabel zu belassen, so lange nur Continuität und Sprechfähigkeit gesichert ist, als durch Zurücknehmen des Kabels das Schicksal der ganzen Legung und des Kabels zu gefährden.

Mit der Continuitäts-Probe stehen allerdings die Erfordernisse der Isolationsprüfung in sofern in Widerspruch, als zu der letzteren streng genommen eine vollkommene Isolation des Kabels am Ufer nöthig ist, also das Abschneiden jeder Verbindung mit Ufer verlangt wird.

Für die eigentliche sichere Isolationsmessung muss auch entschieden das Kabel am Ufer isolirt werden; denn auch bei den erfahrensten Elektrikern, bei den besten Instrumenten u. s. w. könnte immerhin der Fall auftreten, dass bei Verbindung des Kabelendes mit irgend welcher Schaltung der Uferstation das Schiff Unregelmässigkeiten in der Isolation bemerkt, welche nicht dem Kabel zukommen, sondern der Schaltung von „Ufer". Hierzu kommt, dass sowohl „Schiff" als „Ufer" meist mit unvollkommener Isolation ihrer Apparate zu kämpfen haben, da die betreffenden Lokalitäten gewöhnlich feucht sind.

Aus diesen Gründen wird die Continuitäts-Probe meistens so eingerichtet, dass in regelmässigen Zeiträumen, z. B. alle 5 oder alle 10 Minuten, ein elektrischer Impuls irgend welcher Art durch das Kabel gesandt wird, sei es von „Ufer" nach „Schiff", sei es in umgekehrter Richtung. Dieser Impuls muss ausserdem so eingerichtet sein, dass diejenige Station, welche den Impuls ertheilt, selbst die Abgabe desselben controliren kann.

Hieraus ergiebt sich weiter, dass man zur regelmässigen Abgabe der Impulse gute Uhren, diese vollkommensten unserer Instrumente, mit Contaktvorrichtungen versehen, benutzt, sowohl am Schiff als am Ufer. Die Controlirung des Ganges der Uhren erfolgt dann immer im Zusammenhang mit jenen Impulsen. Jedoch kann man sich auch einfacher Handschlüssel bedienen und die Impulse durch den diensthabenden Elektriker abgeben lassen, wenn keine Uhr vorhanden ist.

Die Continuitäts-Probe besteht gewöhnlich darin, dass das Uferende des Kabels für einen Augenblick an die eine Belegung eines Condensators gelegt wird, dessen andere Belegung an Erde liegt, wodurch der Condensator mit der im Kabel herrschenden Spannung geladen wird; hierauf wird der Condensator vom Kabelende abgenommen und in sich entladen.

Diese Probe liefert beiden Stationen den Beweis der Continuität des Kabels. Denn beim Anlegen des Kabelendes an den Condensator verliert das Kabel (dessen Schiffende an Batterie liegt) etwas von seiner Ladung; das am Schiff zwischen Batterie und Kabel geschaltete Galvanometer muss also einen Impuls anzeigen. Wird andrerseits am Ufer zwischen die andere Condensatorbelegung und Erde ein Galvanometer geschaltet, so muss es genau denselben Impuls anzeigen, wie das Galvanometer an Schiff. Endlich giebt die Entladung des Condensators für „Ufer“ einen ferneren Beweis, dass das Kabel elektrische Ladung besitzt, dass also Verbindung mit dem Schiffe herrscht.

Ohne die Continuitäts-Probe mittelst des Condensators zu unterlassen, ist es nützlich, eine zweite Continuitäts-Probe dadurch anzustellen, dass wenigstens während gewisser Zeiträume das Uferende des Kabels durch einen sehr hohen Widerstand und Galvanometer mit Erde verbunden wird. Dieser Widerstand kann leicht so gewählt werden, dass derselbe einen erheblich höheren Werth besitzt, als der Isolationswiderstand des Kabels. Die Einschaltung desselben wird also die Isolationsprüfung nicht wesentlich beeinträchtigen und giebt zugleich Ufer fortwährend den Beweis der Continuität des Kabels, da das Galvanometer constante Ablenkung zeigen muss, so lange Strom im Kabel ist.

Man könnte auch den Condensator weglassen und durch Hinzufügen und Wegnehmen eines zweiten Widerstandes zu dem ersteren eben genannten oder durch Ein- und Ausschalten einer kleinen Batterie zwischen Widerstand und Erde ähnliche Impulse erzeugen, wie diejenigen des Condensators und damit die Continuitäts-Probe für Schiffe herstellen. Diese Ausschläge würden jedoch nicht so grosse Schärfe besitzen, als die durch den Condensator hervorgerufenen.

Es versteht sich, dass die Anwendung eines hohen Widerstandes an „Ufer“ eine Continuitätsprobe nur für „Ufer“ liefert, nicht für „Schiff“; denn „Schiff“ kann nicht unterscheiden, ob die durch das Anlegen des hohen Widerstandes an „Ufer“ hervorgebrachte Vergrösserung des Ausschlages hiervon, oder von Verschlechterung der Isolation des Kabels herrührt.

Am zweckmässigsten werden die Condensatorentladungen durchweg beibehalten, auch während der Zeit, in welcher das Kabel an Ufer vollkommen isolirt wird, und nur nicht während der Zeit des Sprechens.



Ein ferneres Mittel, die Continuität des Kabels zu prüfen, besteht in dem Anlegen und Abnehmen, hauptsächlich aber in dem Wechsel der Batterie am Schiff, wenn an Ufer, sei es ein Condensator oder ein hoher Widerstand, mit dem Kabelende verbunden sind. Diese Batterie-Veränderungen können zugleich, wie man sieht, zur Prüfung und Einstellung der Uhren dienen.

IX. **Isolationsprobe.** Wie schon aus obigem hervorgeht, liegt stets Batterie an Kabel und zwar auf Seiten des Schiffes. Die Batterie muss von Zeit zu Zeit gewechselt werden, schon desshalb, weil das stete Anliegen desselben Poles einer kräftigen Batterie zur allmähligen Bildung von kleinen Fehlern Veranlassung geben könnte. Jedenfalls verlangt es die Fürsorge für das Kabel, dass, da doch eine kräftige Batterie beinahe stets anliegen muss, dieselbe öfters gewechselt wird.

Ist das Uferende isolirt (frisch angeschnitten), und wird an „Schiff" zwischen Batterie und Kabel ein Galvanometer geschaltet, so erhält „Schiff" die gewöhnliche Isolationsprobe, welche dann jede Minute oder alle 5 Minuten notirt wird. Da an Bord des Schiffes das noch nicht ausgelegte Kabel in grossen Bassins liegt, welche mit Wasser gefüllt oder wenigstens feucht sind, so misst „Schiff" stets die Isolation des ganzen Kabels, sowohl des ausgelegten als des nicht ausgelegten Theiles; wenn also keine Fehler auftreten und die Temperatur sich nicht ändert, so müsste „Schiff" stets denselben Ausschlag am Galvanometer sehen, vorausgesetzt natürlich, dass die zum Elektrisiren des Kabels nöthige Zeit verstrichen ist.

Dies ist indess dem Elektriker weniger wichtig als das Verhalten des Kabels während der Elektrisirung, das heisst unmittelbar nach dem Anlegen der Batterie. Das beste Zeichen der Güte der Isolation bietet die Art und Weise, in welcher der Ausschlag in den ersten Minuten nach dem Anlegen der Batterie erfolgt. Diese sinkenden Ausschläge nach dem Anlegen oder Wechseln der Batterie bieten daher die eigentliche Isolationsprüfung und liefern die Vergleichung mit den Messungen in der Fabrik.

Die Isolationsprüfung wird gar nicht beeinflusst, wenn an „Ufer" ein gut isolirter Condensator mit dem Kabelende verbunden wird, da die Isolation des letzteren sehr gross ist im Verhältniss zu derjenigen des Kabels. Wenn zugleich mit dem Condensator oder allein für sich ein hoher Widerstand an das Uferende gelegt wird, so übt dieses Anlegen allerdings einen vergrössernden Einfluss auf den Isolations-Ausschlag von „Schiff" aus. Diese Vergrösserung muss jedoch, wenn jener hohe Widerstand constant ist, stets dieselbe Grösse haben, welche auch die Isolation des Kabels sei.

Die Einschaltung eines Widerstandes und eines Condensators am

Ufer stört daher eigentlich die Isolationsmessung von „Schiff" nicht, so lange in der Schaltung der Uferstation Alles in Ordnung ist. Es ist nur die Möglichkeit von Unregelmässigkeiten in der Uferschaltung, welche das zeitweise Abnehmen der ganzen Uferschaltung und das absolute Isoliren des Uferendes des Kabels gebietet.

X. **Das Sprechen während der Legung.** Wie wir gesehen haben, giebt es zum Zweck der Prüfung der Continuität verschiedene Mittel, um Zeichen zwischen „Schiff" und „Ufer" zu übermitteln während der gewöhnlichen Messoperationen. Zur Noth liessen sich diese Mittel auch verwenden zur Uebersendung von telegraphischen Zeichen. Indessen ist man bekanntlich bei der Telegraphie auf langen Unterseekabeln auf ganz bestimmte Formen des Stromgebens und Stromempfangens angewiesen, wenn eine gewisse Geschwindigkeit des Sprechens erzielt werden soll. Es lassen sich daher jene Continuitätssignale nicht gut zum eigentlichen Telegraphiren benutzen, wohl aber dazu, die empfangende Station aufzurufen und zur Ausführung der zum Sprechen zu gebrauchenden Schaltung zu veranlassen; so z. B. kann „Schiff" durch mehrere auf einanderfolgende Wechsel der Hauptbatterie „Ufer" auffordern, auf Sprechen zu schalten. Umgekehrt kann „Ufer" durch mehrere auf einanderfolgende Ladungen und Entladungen des Condensators „Schiff" zum Sprechen auffordern.

Es ist Regel, dass nur in allerdringensten Fällen „Schiff" von „Ufer" aufgerufen wird, da dadurch die Operation an „Schiff" wesentlich gestört werden könnte; gewöhnlich wird nur „Ufer" von „Schiff" aufgerufen, und „Schiff" benutzt hierzu nur solche Zeiträume, in welchen die Legung glatt von Statten geht und keine besondere Vorfälle zu erwarten sind. Die Dauer der Korrespondenz wird natürlich auf ein Minimum reducirt.

Bei kurzen Kabeln wird Morsetelegraphie in irgend welcher Form angewendet. Sowie der Aufruf von „Schiff" erfolgt ist, verbinden beide Stationen das Kabel mit der bereitstehenden Sprechschaltung; nach Beendigung der Korrespondenz wird diejenige Messschaltung angelegt, welche nach der allgemeinen Zeitregel gerade an der Reihe ist.

Bei längeren Kabeln, bei denen Morsetelegraphie nicht mehr angeht und Spiegelgalvanometer oder Siphon recorder anzuwenden sind, kann man ebenso verfahren, indem man die betreffenden Sprechschaltungen getrennt von den Messschaltungen bereithält und nach erfolgtem Aufruf mit dem Kabel verbindet.

Dies bleibt immerhin bei der grossen Verantwortlichkeit, mit welcher eine solche Legung verknüpft ist, eine gefährliche Operation, da während des Sprechens etwa auftretende Fehler nicht bemerkt werden können, wenn sie nicht ausserordentlich grob sind, und da die durch das Sprechen



verloren gegangene Zeit für das Schicksal des Kabels verhängnissvoll werden könnte. Es bleibt immerhin sehr wünschenswerth, dass Isolationsmessungen und Sprechen direct mit einander verbunden würden.

Dies kann mit Hülfe des an „Ufer“ zur gewissen Zeit mit dem Kabel verbundenen Condensators geschehen. Wie bekannt, müssen beim Sprechen auf langen Seekabeln stets Condensatoren angewendet werden, sei es am empfangenden Ende, sei es am gebenden Ende, oder an beiden Enden zugleich, so dass dann das Kabel zwischen Condensatoren eingeschlossen ist.

Ist an „Ufer“ der Condensator mit dem Kabel verbunden, so kann „Schiff“ während der Isolationsmessung, also bei angelegter grosser Batterie, sprechen, indem eine kleine Sprechbatterie zu der grossen Messbatterie entweder verstärkend oder schwächend hinzugefügt wird, je nach dem Sinne des telegraphischen Zeichens. Der Lichtfleck des Galvanometers an „Ufer“ giebt die so erzeugten telegraphischen Zeichen gerade so wieder, als ob die Batterie nicht anläge; denn eine constante Ladung des Condensators ruft keinen Strom im Galvanometer hervor, sondern nur eine Veränderung dieser Ladung. An „Schiff“ zeigen sich die übermittelten telegraphischen Zeichen als kleine Zuckungen nach beiden Seiten um die constante Isolationsablenkung. Jede erhebliche Veränderung des Isolationsausschlages wird daher vom „Schiff“ auch während des Sprechens sofort bemerkt werden.

Wenn „Ufer“ antwortet, so muss dasselbe zwischen der sonst an Erde liegenden Belegung des Condensators und Erde Batterie einschalten, und zwar muss diese Batterie kräftiger sein, als wenn der Condensator wie gewöhnlich am empfangenden Ende eingeschaltet wäre. Die Zeichen werden jedoch auch durch diese Art des Einschaltens des Condensators, das heisst am gebenden Ende, wesentlich abgekürzt und verschärft.

Ist ausserdem am „Ufer“ zugleich mit dem Condensator, parallel mit demselben, ein hoher Widerstand mit dem Kabel verbunden, so zeigt ein in diesem Zweige liegendes Galvanometer einen constanten Ausschlag, begleitet von kleinen Zuckungen. Dieser Ausschlag zeigt wenigstens das Auftreten von gröberen Isolationsfehlern an, giebt also auch während des Sprechens für „Ufer“ eine gewisse Prüfung des Zustandes der Isolation, wie der constante Ausschlag am Schiffe.

Beim Auftreten von geringeren Fehlern ändert sich dieser Ausschlag jedoch gar nicht oder doch sehr wenig, da er nicht proportional ist dem durch die Kabelhülle gehenden Isolationsstrom, sondern nur der in der Kupferseele herrschenden Spannung. Wäre der Widerstand der Messbatterie von „Schiff“ sehr klein, so würde auch beim Auftreten von groben Isolationsfehlern die Spannung in der Kupferseele sich nicht ändern, also auch nicht der Ausschlag des hinter dem hohen

Widerstand an „Ufer“ eingeschalteten Galvanometers. Ein hoher Widerstand der Messbatterie von „Schiff“ giebt daher jenem Galvanometer-Ausschlag an „Ufer“ mehr Empfindlichkeit gegenüber den Isolationsfehlern, als ein geringer.

XI. **Erdströme.** Unter dieser etwas uneigentlichen Bezeichnung versteht man bei langen Seekabeln alle elektrischen Strömungen, deren Ursachen nicht in den Kabeln und den von den Stationen angewendeten Batterien liegen. Diese Strömungen sind sehr verschiedener Natur und ihre Entstehung und Wirkungsweise ist durchaus noch nicht genügend aufgeklärt. Ihre Intensität jedoch ist hier erheblich grösser als in der ganzen übrigen Telegraphie. Dieselben erschweren das Sprechen, namentlich aber das Messen in Einem fort in erheblicher Weise und erreichen oft eine solche Stärke, dass jede Benutzung des Kabels für die betreffende Zeit ausgeschlossen ist.

Zunächst giebt es regelmässige Induktionen, welche dadurch entstehen, dass das zwischen dem Schiff und dem Meeresboden hängende Stück Kabel, sowie auch das ganze an Bord befindliche Kabel seine Lage in Einem fort verändert. Das an Bord befindliche, aufgewickelte Kabel wirkt wie eine Induktionsrolle von gewaltigen Dimensionen und muss daher durch den Erdmagnetismus die Entstehung von Strömen verursachen, welche dieselbe Periode besitzen, wie das Schwanken des Schiffes. Man beobachtet daher auch bei glattestem Fortgang der Legung am „Ufer“ im Zweig des hohen Widerstandes kleine regelmässige Stromschwankungen, welche die Bewegung des Schiffes gleichsam kopiren. Diese Schwankungen sind mehr ihrer Natur nach interessant, als störend für die Operation.

Die störenden Erdströme können herrühren entweder 1. von den elektrischen Kräften, welche an den Erdplatten der Station oder den als solche dienenden Eisenumspinnungen des Kabels erzeugt werden; 2. von Zweigströmen der die Oberfläche der Erde durchlaufenden Ströme; 3. von Induktionströmen, welche im Kabel dadurch entstehen, dass die benachbarten Erdströme in ihrer Intensität sich ändern. Diese drei Ursachen wirken vereinigt. Es ist bis jetzt nicht gelungen, sie zu trennen und den Verlauf der getrennten Ströme zu studiren.

Als Thatsache mag hervorgehoben werden, dass die Höhe des Wassers über den Erdplatten der Stationen von sehr kräftigem Einfluss auf die Intensität der Erdströme ist, dass daher bei nicht tief versenkten Erdplatten die Erscheinungen der Ebbe und Flut in dem Verlauf der Erdströme sich deutlich abspiegeln. (Dies geht namentlich aus einer über mehrere Monate ausgedehnten Beobachtungsreihe hervor, welche im Herbst 1874 an dem Uferende eines gebrochenen Kabels von



1600 Knots Länge in Ballinkelligs-Bai in Irland von der Firma Siemens Brothers angestellt wurde).

Oft treten auch, ähnlich wie beim Erdmagnetismus magnetische Gewitter, so auch hier elektrische Gewitter auf, deren Verlauf heftig und unregelmässig ist, und zu deren Unschädlichmachung es keine Mittel giebt.

Die mehr regelmässig und langsam verlaufenden Erdströme lassen sich wenigstens einigermassen während der Messungen aufheben, indem man eine Batterie von wenigen Elementen, deren Spannung auf irgend eine Weise beliebig verändert werden kann, abgesehen von den sonstigen Batterien, an das Kabel legt und die Spannung derselben so wählt, dass der Erdstrom durch dieselbe aufgehoben wird. Praktisch kommt es darauf hinaus, dass vor Beginn des Sprechens oder des Messens der Lichtfleck künstlich auf seinen wahren Nullpunkt zurückgeführt wird vermittelst jener Batterie. Aendert sich alsdann während der Messung der Erdstrom nicht wesentlich, stimmt also nach der Messung der Nullpunkt der Nadel mit jenem vor der Messung, so hat die Messung Werth und lässt sich in gewöhnlicher Weise berechnen. Stimmen die Nullpunkte vor und nach der Messung nicht, so zieht man den dem mittleren Nullpunkt entsprechenden Ausschlag von den Messungsausschlägen ab.

Beim Sprechen giebt man sich diese Mühe nicht, sondern begnügt sich, sei es durch Verschiebung der Skala, sei es durch Drehung des Richtmagnets, den Lichtfleck des Galvanometers ungefähr auf die Mitte der Skala zu bringen.

XII. **Fehler während der Legung.** Für den Fall, dass die Verständigung oder die Continuitäts-Probe zwischen „Schiff" und „Ufer" nachlässt oder aufhört, werden vorher ganz bestimmte Verhaltungsmaassregeln vereinbart.

Es versteht sich zunächst, dass einerseits „Ufer" an „Schiff" bei der nächsten Gelegenheit über das Auftreten einer Unregelmässigkeit in den Messungen berichtet, andererseits und hauptsächlich, dass an Bord des Schiffes von dem Elektriker an die Legungsingenieure das Auftreten eines Fehlers durch Läuten einer Glocke signalisirt wird. „Schiff" hat nicht nöthig, alle von ihm beobachteten Unregelmässigkeiten an „Ufer" zu melden, wohl aber „Ufer" an „Schiff".

Ist ein Fehler vorhanden, so werden von beiden Seiten aus Messungen ausgeführt, um die Natur und den Ort des Fehlers, so gut als es geht, zu bestimmen. Diese Messungen bestehen:

1. in der Isolationsprüfung (von beiden Seiten);

2. in Kupferwiderstandsmessungen (von beiden Seiten, Ende isolirt, und Ende an Eisenarmatur als Rückleitung gelegt);

3. in Spannungsmessungen.



Die letztere ist, wie Band **2** S. **441** beschrieben ist, so auszuführen, dass ein Kabelende an Batterie gelegt, das andere isolirt wird und die elektrische Spannung an beiden Enden in irgend einem constanten Maass (z. B. in Normalelementen von Latimer Clark) gemessen wird. Aus der Spannungsprobe lässt sich die Entfernung des Fehlers bestimmen, wenn der Widerstand des Fehlers constant ist; dies letztere ist jedoch bei gröberen Fehlern nie der Fall.

Es versteht sich, dass, um eine solche Spannungsprobe auszuführen, das Sprechen zwischen beiden Stationen möglich sein muss.

Hört die telegraphische Verbindung zwischen beiden Stationen auf, oder wird die Verständigung schwierig, so ist für diesen Fall eine bestimmte Reihenfolge der Schaltung im Laufe der Stunde vereinbart, welche von der gewöhnlichen Reihenfolge namentlich darin abweicht, dass Kupferwiderstandsmessungen mit vorgesehen sind; endlich, wenn längere Zeit keine Verständigung erfolgt, so wird jede Station in der Hauptsache unabhängig von der anderen und beobachtet das mit derselben verknüpfte Stück Kabel durch Kupferwiderstands- und Isolationsmessungen.

Wird zwischen „Schiff“ und „Ufer“ Verbindung wiederhergestellt, so ist dies sofort aus den Messungen ersichtlich, und man schaltet alsdann in vorher bestimmten Zeitabschniten auf Sprechen.

XIII. **Spiegelgavanometer.** Je nach den verschiedenen Zwecken des Messens und des Sprechens werden verschiedene Formen von Spiegelgalvanometern verwendet.

Die Thomson'schen Sprechgalvanometer sind im wesentlichen solche mit einfacher Nadel und zwei Rollen. Die Nadel, aus Magnetstäbchen und Spiegel bestehend, ist möglichst leicht gearbeitet und entweder an einem oberen ganz kurzen Faden oder an zwei längeren Fäden, einem oberen und einem unteren, aufgehängt. Die Luftdämpfung ist dadurch erzielt, dass der Spiegel beinahe genau in den cylindrischen Hohlraum der Rolle passt, so dass bei der Bewegung des Spiegels zwischen Spiegel und Wand ein erheblicher Bewegungswiderstand entsteht. Ferner sind diese Instrumente so justirt, dass sie möglichst leicht ansprechen, und dass ihre Bewegung eine gewisse Beziehung zu den zwischen zwei aufeinanderfolgenden Sprechzeichen verfliessenden Zeitraum besitzt und dadurch die Sprechzeichen möglichst scharf wiedergegeben werden.

An „Ufer“ werden solche Sprechgalvanometer zum Sprechen, auch zum Kupferwiderstandsmessen, astatische Spiegelgalvanometer gewöhnlicher Construction dagegen zum Isolationsmessen verwendet.

An „Schiff“ tritt die grosse Schwierigkeit der Bewegung des Schiffes auf, und es ist in erster Linie von den betreffenden Instru-

menten zu verlangen, dass die Stellung des Spiegels in Bezug auf das Galvanometer, also auch die Lage des Lichtfleckes auf der Skala durch die Bewegung des Schiffes möglichst wenig beeinflusst wird. Dies kann nur erreicht werden, wenn man die Nadel, ausser an dem oberen, auch an einem unteren Faden befestigt und die Fäden etwas anzieht. Ferner muss das Magnetsystem so justirt werden, dass bei beliebigen Lagenveränderungen der Aufhängungsachse (Verbindungslinie der Aufhängungspunkte) die Lage der Spiegelebene zum Galvanometer und der Skala dieselbe bleibt. Ihre Justirung ist theils mechanischer, theils magnetischer Natur und schwierig und mühsam. Bei den Thomson'schen Schiffsgalvanometern sind nur einfache Nadeln angewendet. Von Siemens und Halske werden solche Instrumente mit astatischer Nadel geliefert. Die Empfindlichkeit der letzteren ist etwa zehnmal so gross, als diejenige der ersteren.

Ein weiteres Merkmal dieser Instrumente besteht in dem von Thomson zuerst angewendeten, cylindrischen Eisenmantel, der über das Instrument gestülpt wird und dasselbe in gewissem Grade von der Veränderung des äusseren Magnetismus (Erdmagnetismus und Schiffsmagnetismus) unabhängig macht.

c. Messungen an fertigen See-Kabeln.

XIV. An fertigen See-Kabeln werden von Zeit zu Zeit Messungen angestellt, um den Zustand des Kabels zu prüfen. Dieselben beziehen sich namentlich auf Isolation und Kupferwiderstand und werden in gewöhnlicher Weise ausgeführt. Das Haupthinderniss der Ausführung bildet auch hier, wie während der Legung, das Auftreten der Erdströme.

d. Messungen während und nach der Legung von oberirdischen Leitungen.

XV. **Gewöhnliche Messungen.** Die Messungen an oberirdischen Leitungen tragen einen durchaus anderen Charakter als diejenigen auf Kabeln, theils weil hier keine Isolationshülle vorhanden ist, deren Eigenschaften fortwährenden Studiums bedürfen, theils weil die Sprechgeschwindigkeit nur in geringem Maasse von den elektrischen Eigenschaften der Leitung abhängt.

Im Allgemeinen begnügt man sich mit der Abwesenheit von ganz groben Fehlern, das heisst von Fehlern, welche das Telegraphiren unmöglich machen. So lange ohne Anstand telegraphirt werden kann, ist ein eigentliches Bedürfniss nach elektrischen Messungen kaum vorhanden, und man fängt im Allgemeinen erst an, Messungen anzustellen, sobald das Telegraphiren schwierig oder unmöglich wird.

Die Isolation einer oberirdischen Linie ist bekanntlich nur abhängig von den Eigenschaften der Isolatoren und dem Wetter. Die Güte eines Isolators ist bestimmt durch seine Construction und das Material. Seine Isolirfähigkeit ändert sich im Laufe der Zeit kaum, und es ist daher die Isolation einer fertigen oberirdischen Linie nur abhängig von der Feuchtigkeit auf der Oberfläche des Isolators.

Bei der Legung wird wohl selten Isolation überhaupt gemessen. Dagegen sind solche Messungen an fertigen oberirdischen Leitungen bei mehreren Verwaltungen eingeführt. Ausgeführt werden dieselben meist mittelst Galvanometern mit astatischen Nadeln und directer Ablesung (nicht Spiegel).

Oefter wird der Widerstand der Leitungen gemessen, sei es mit den an den Enden eingeschalteten telegraphischen Empfangsapparaten, sei es ohne dieselben, und mit Erde als Rückleitung. Es handelt sich hier jedoch weniger darum, den eigentlichen Widerstand der Leitung zu bestimmen, sondern vielmehr denjenigen des ganzen beim Sprechen in Betracht kommenden Stromkreises. Das variable Element in diesem Stromkreise ist namentlich die Erdplatte, weil in vielen Fällen auf Herstellung und Erhaltung einer guten Erdverbindung weniger Mühe verwendet wird, als wünschenswerth wäre. Der Widerstand der Leitungen an sich (Nebenschlüsse durch Ableitung an den Isolatoren einbegriffen), kann ganz erheblich schwanken, ohne auf das Telegraphiren erheblich einzuwirken.

Die Ladung oberirdischer Linien wird beinahe nie gemessen, obschon dieselbe bei grösseren Längen für das Telegraphiren in Betracht kommt. Die Messung kann nur bei einigermaassen guter Isolation ausgeführt werden. Die Entladung giebt ein besseres Resultat als die Ladung, da bei der ersteren der Isolationsstrom nicht mitwirkt. Allerdings erhält man bei der Entladung etwas zu kleine Resultate, weil ein Theil der Ladung durch die Nebenschlüsse an den Isolatoren verloren geht.

XVI. **Fehler-Messungen.** Im wesentlichen hat man hier durchaus dieselben verschiedenen Fälle von Fehlern, wie bei Kabeln. Es tritt nur ein Fall hinzu, der den oberirdischen Leitungen eigenthümlich ist, nämlich derjenige der Berührung zweier Leitungen. Die allgemeinen Methoden auch für diesen Fall sind in Band **2** Seite 437 und folgende angegeben.

Wir können jedoch nicht unterlassen, zu erwähnen, dass in der Praxis sämmtliche Methoden, bei welchen das Messresultat von dem Widerstande des Fehlers abhängig ist, beinahe gar nicht benutzt werden. Praktisch brauchbare Resultate lassen sich mittels dieser Methoden nur erzielen, wenn der Fehlerwiderstand durch die Art der Batteriegebung möglichst constant erhalten wird. Dies ist aber selten mit einiger



Genauigkeit durchzuführen, und Fehlerwiderstände, die zu ganz verschiedenen Zeiten gleich wären, wie hier oft vorausgesetzt werden müsste, giebt es wohl hier gar nicht.

Das Aufsuchen des Fehlers geschieht, wenigstens bei kürzeren Linien, zunächst durch directen Augenschein, indem Jemand die ganze Linie begeht; die meisten Fehler werden wohl auf diese Art gefunden. Bei grösseren Strecken, auf welchen sich dieses Begehen nicht mehr ausführen lässt, sucht man den Fehler einzugrenzen, indem man Messungen von verschiedenen Längen, von verschiedenen Stationen aus u. s. w. ausführt, und es wird alsdann nur diejenige Strecke begangen, welche als fehlerhaft erkannt ist, und welche keine Stationen mehr enthält, sich also nicht mehr in kleinere Strecken trennen lässt. Zur Ausführung dieses Verfahrens müssen natürlich Nebenleitungen vorhanden sein.

Die einzigen Messungen, welche direct brauchbare Resultate liefern, wenigstens beim Vorhandensein eines einzigen Fehlers, ist die Schleifenprobe (mit einer zweiten Leitung als Rückleitung), und, wenn der Fehler in der Berührung zweier Linien besteht, in der Messung des Widerstandes der durch die Berührung entstandenen Schleife (von beiden Stationen womöglich). Bei der ersteren Messung kommt der Fehlerwiderstand nicht in Betracht, bei der letzten Messung ist derselbe gewöhnlich sehr klein.

In Bezug auf die instrumentale Ausführung dieser Messungen haben wir nichts neues hinzuzufügen. Man benutzt entweder Differential-Galvanometer oder Messbrücken mit einfachen Galvanometern. Mehr als bei Kabelmessungen tritt hier für die Instrumente die Forderung der Transportirfähigkeit und einer compendiösen Construction auf. Indessen kommen in den betreffenden Constructionen keine wichtigeren und allgemeineren Gesichtspunkte zum Ausdruck. Ihre Beschreibung würde daher dem Zwecke dieser Schrift nicht entsprechen.

Dritte Abtheilung.

Die Telegraphenapparate.

Bearbeitet

von

Dr. K. Eduard Zetzsche.

Dritte Abtheilung.

Die Telegraphenapparate.

---

§. 18.

Zweck und Eintheilung der Telegraphenapparate.

I. **Begriff.** Unter den Begriff „Telegraphenapparate" fallen alle diejenigen mechanischen Vorrichtungen, welche ausser der Elektricitätsquelle (vgl. Handbuch, Bd. **2**, §. 2, B und §. 4, A; §. 5, F und §. 6, D; §. 2, C) und der Leitung (einschliesslich der bloss für Mess- und Prüfungszwecke dienenden Instrumente) noch im Betriebe der elektrischen Telegraphen[1]) zur Verwendung kommen.

Je eine Gruppe von Telegraphenapparaten befindet sich an den beiden zum Gedankenaustausche oder Nachrichtenverkehr durch die Leitung mit einander verbundenen Orten und bildet hier die telegraphische Ausrüstung des Telegraphenamtes oder i. e. S. des Apparatzimmers d. i. der Arbeitsstelle, in welcher das Telegraphiren ausgeübt wird. Das Amt, von welchem die telegraphische Mittheilung, das Telegramm, ausgeht, wird als das gebende oder sendende, dasjenige Amt, nach welchem sie befördert wird, das nehmende oder empfangende bezeichnet.

II. **Zweck.** Mittels der Telegraphenapparate werden in erster Linie die zum Gedankenaustausche zu verwerthenden, mit dem Auge oder dem Ohre oder beiden zugleich wahrnehmbaren elektrischen Wirkungen hervorgebracht, telegraphische Zeichen erzeugt. Derjenige Apparat, mittels dessen vom Absendungsorte aus durch Aenderung elektrischer Zustände

---

[1]) Bei der diesem Handbuche überhaupt und dessen **3.** Bande gestellten Aufgabe kommen natürlich hier nur die elektrischen Telegraphenapparate zur Besprechung und mit Rücksicht darauf war die im **1.** Bande, S. 1 gegebene allgemeinere Bestimmung des Begriffes „Telegraph" hier enger zu fassen. Bezüglich der ausser den elektrischen Telegraphen noch vorkommenden Telegraphen, sowie des Unterschiedes zwischen telegraphischer und postalischer Beförderung sei auf S. 3 bis 5, bez. S. 1 und **2** des **1.** Bandes verwiesen.



an dem (bleibenden oder einstweiligen) Bestimmungsorte telegraphische Zeichen hervorgebracht werden, heisst der Sender oder Geber, der Empfänger dagegen befindet sich am Bestimmungsorte und macht die telegraphischen Zeichen dem nehmenden Beamten wahrnehmbar.

Ausser diesen beiden für jedes gebende und nehmende Amt unentbehrlichen Apparaten, welche desshalb mit dem Namen Hauptapparate belegt werden sollen, kommen in den Telegraphenämtern noch eine Anzahl von Nebenapparaten vor, d. h. von solchen, welche zur Erreichung verschiedener und keineswegs bloss unwichtiger Zwecke dienen, ohne dass sie gerade beim Telegraphiren selbst unerlässlich wären.

III. **Eintheilung.** Für die Eintheilung der Nebenapparate bietet sich als natürlichster Eintheilungsgrund der Zweck, welcher mittels desselben erreicht werden soll. Nach diesem Zwecke muss ja die Einrichtung dieser Apparate gewählt und getroffen werden.

Auch für die Eintheilung der Hauptapparate soll in Nachfolgendem der Zweck massgebend sein. Müssen doch zuerst die Ansprüche festgestellt werden, welche im Interesse des Verkehrs und des Betriebes an die vom Empfänger zu redende Sprache und an die von ihm zu liefernde Schrift zu stellen sind[2]), und wenn entschieden ist, in welchem Grade diesen Ansprüchen Rechnung getragen werden soll, dann wird in zweiter Linie zu erwägen sein, durch welche Einrichtung des Empfängers diese Ansprüche befriedigt werden können, welche Stromzustandsänderungen dazu erforderlich oder zweckmässig sind, und durch welche Einrichtung und Verwendungsweise des Gebers bez. der Elektricitätsquelle sich letztere zuverlässig und bequem herbeiführen lassen. Vgl. Handbuch, 1, 162.

---

[2]) Anziehend sind in dieser Beziehung namentlich die Bemühungen, Mittel und Wege zur Zulassung der chinesischen Sprache im Telegraphenverkehr aufzufinden. Vergl. La lumière électrique, 1883, Bd. 8, S. 65.



Erster Abschnitt.

Die telegraphischen Hauptapparate.

§. 19.

Aufgabe und Eintheilung der Hauptapparate.

I. **Formen des telegraphischen Verkehrs.** Wie den unmittelbaren, persönlichen Verkehr, so vermitteln auch den telegraphischen Verkehr das Auge und das Ohr. An Verkehrsformen aber ist der telegraphische Verkehr reicher als der unmittelbare Verkehr von Person zu Person. In letzterem bedienen wir uns zunächst nur ganz ausnahmsweise solcher Verständigungsmittel, welche dem Auge und dem Ohr zugleich wahrnehmbar sind, bez. durch beide zugleich wahrgenommen werden sollen; ferner verwenden wir da, wo die Mittheilung durch das Ohr allein zum Bewusstsein gebracht werden soll, fast ausschliesslich die Wortsprache; dem Auge allein bieten wir zwar die Mittheilung bald in vergänglicher, bald in bis zu einem gewissen Grade unvergänglicher Form, allein nur im ersteren Falle, zu welchem wir meist lediglich wegen vorhandener Taubheit unsere Zuflucht nehmen, bequemen wir uns zu einer Zeichensprache, im andern Falle dagegen pflegen wir das Mitzutheilende niederzuschreiben, und zwar benutzen wir dabei ausschliesslich die Buchstabenschrift, sofern uns nicht der Gegenstand der Mittheilung zu einer Abweichung drängt und eine Zeichnung, Notenschrift und dergl. fordert. Ja, oft greifen wir gerade nur in der Absicht zum Niederschreiben der Mittheilung, um dieselbe in der gewöhnlichen Schrift anstatt in einer Zeichenschrift machen zu können.

Weit mannigfaltiger sind die Formen des telegraphischen Verkehrs. Dem gebenden Telegraphenamte kann das Original des Telegramms in Gestalt geordneter Töne oder einer gesprochenen Rede, eines Schriftstückes, einer gedruckten Mittheilung, einer Zeichnung und dergl. überwiesen werden, und es kann nun zunächst entweder eine formgetreue Nachbildung des Originals in dem Empfangsamte verlangt werden, oder man kann sich mit einer bloss sinngetreuen Nachbildung begnügen.

Im ersteren Falle ist die Nachbildung vergänglich oder bleibend, jenachdem das Original vergänglich oder bleibend ist, es sich also um die telegraphische Wiedererzeugung gesprochener Worte oder Tonstücke oder um eine telegraphische genaue Nachahmung von Schriftzügen, Drucksachen, Zeichnungen und dergl. handelt.

Hat dagegen der Empfangsapparat das Original bloss sinngetreu wiederzugeben, so kann er sich dazu ebensowohl der gewöhnlichen, für Jedermann verständlichen und Jedermann geläufigen Zeichen, wie auch ihm eigenthümlicher, durch besondere Uebereinkunft festgesetzter Zeichen bedienen, und es kann überdies die Hervorbringung dieser Zeichen, wenn sie bleibend sein sollen, dem Schreiben oder dem Drucken entsprechen, während die bloss vergängliche Zeichen hervorbringenden Telegraphen das Sprechen nachahmen. Die getreue Wiedergabe gesprochener Worte kann nur wieder ein Sprechen sein, dagegen werden sich beliebige Schriftzüge, Zeichnungen und dgl. wohl durch ein Schreiben, nicht aber durch ein Drucken treu nachahmen lassen, weil in Form und Nebeneinanderlagerung der einzelnen Schriftelemente eine so grosse Mannigfaltigkeit auftreten kann, dass zur getreuen Nachbildung eine unendlich grosse Anzahl von Typen oder Druckformen nothwendig werden würde.

II. **Telegraphische Elementarzeichen.** Bei den elektrischen Telegraphen besteht die Zeichengebung darin, dass vom gebenden Amte aus am Empfangsorte zunächst gewisse Aenderungen im elektrischen Zustande eines oder mehrerer Körper hervorgebracht werden, und dass diese Aenderungen dann in geeigneter Weise dem Ohr und dem Auge wahrnehmbar gemacht werden. Letzteres geschieht nur sehr selten[1]) mittels der Fernewirkungen ruhender Elektricität, gewöhnlich mittels der Wirkungen des elektrischen Stromes.

Von den Stromwirkungen kommen, da trotz der verschiedenen Versuche zur Benutzung der chemischen Wirkungen (vgl. Handbuch, **1**, §. 5, §. 17 und §. 19, C) elektrochemische Telegraphen sich nicht auf Dauer im Betrieb erhalten haben, hier nur die Fernewirkungen des Stromes in Betracht, und zwar unter Ausschluss der elektrischen[2]). Bald lässt man nämlich hierbei einen Elektromagnet einen Anker aus weichem Eisen anziehen oder einen magnetischen Anker anziehen bez. abstossen, bald lenkt man eine Magnetnadel innerhalb ihrer Multiplicatorwindungen ab, bald erzielt man Bewegungen eines durchströmten beweglichen Leiters in einem magnetischen oder elektrischen Felde. In allen diesen Fällen hat man einen elektromagnetischen Telegraphen.

---

[1]) So z. B. bei Dolbear's Telephon.

[2]) Doch wird den elektrischen bisweilen eine Art Vermittlerrolle übertragen.



Den auf die eine oder die andere dieser Weisen durch eine elektrische Wirkung zu erzeugenden[3]) Bewegungen eines Körpers (oder mehrerer Körper) entnimmt man nun entweder ein einziges oder zwei (bez. mehr) zeichenbildende Elemente: entweder die Ueberführung eines Körpers aus einer Ruhelage bloss in eine Arbeitslage, oder die Ueberführung desselben Körpers in zwei verschiedene (meist einander entgegengesetzte) Arbeitslagen, oder auch die Ueberführung mehrerer Körper aus ihrer Ruhelage in Arbeitslagen. Bei dem Aufhören der den Körper aus seiner Ruhelage herausbringenden telegraphischen elektrischen Wirkung muss, wenn ein fortdauerndes Telegraphiren beabsichtigt wird, in beiden Fällen der Körper in seine Ruhelage bez. seinen ursprünglichen Zustand (vgl. Anm. 4) zurückversetzt werden. Dies muss beim Vorhandensein zweier entgegengesetzter Arbeitslagen durch eine Kraft (Gegenkraft; vgl. Handbuch, **1**, 167) geschehen, welche ihren Sitz im empfangenden Amte und zwar ausserhalb des Telegraphirstromkreises hat, mag dieselbe nun rein mechanischer Natur sein (Schwerkraft, Federkraft), mag sie eine magnetische, oder elektrische Kraft sein. Verwerthet man dagegen bloss die Bewegung nach einer Richtung als schriftbildendes Element, so kann die Rückführung in die Ruhelage ausser durch eine Gegenkraft auch von dem gebenden Amte aus im Telegraphirstromkreise durch eine der ersten entgegengesetzte zweite elektrische Wirkung herbeigeführt werden[4]).

Natürlich ist es auch nicht ausgeschlossen, dass unter Umständen die Zurückführung in die Ruhelage durch eine vom gebenden Amte ausgehende elektrische Wirkung in Gemeinschaft mit einer Gegenkraft bewerkstelligt wird. Oder auch, dass durch eine solche elektrische Wirkung die eine von zwei sich sonst das Gleichgewicht haltenden Kräften geschwächt wird und nun die andere sich der Gegenkraft zugesellt und dieselbe in ihrer Wirkung unterstützt, wie dies z. B. bei den mit Wechselströmen arbeitenden Telephonen geschieht.

III. **Sprachliche Grundgebilde.** Aus den durch die elektrischen Wirkungen unmittelbar hervorgebrachten Elementarzeichen sind nun

---

[3]) Auf die mögliche Mitbenutzung einer mechanischen oder elektrischen Hilfskraft bei der Zeichengebung (vgl. Handbuch, 1, 169, 170; 4, 191, 348 ff.) mag hier weiter keine Rücksicht genommen werden. Erwähnt sei nur, dass eine Hilfskraft unter Umständen in Gemeinschaft mit der zeichengebenden elektrischen Wirkung zur Ueberwindung einer Gegenkraft, welche den Urzustand im Empfänger aufrecht zu erhalten strebt, verwendet werden kann, wie dies z. B. beim Elektromagnet des Typendruckers von Hughes geschieht.

[4]) Bei den elektrochemischen Telegraphen ist bei unmittelbarer Verwerthung der chemischen Wirkungen zur Zeichengebung weder eine Gegenkraft, noch eine zweite elektrische Wirkung im Stromkreise zur Wiederherstellung des Urzustandes im Empfänger erforderlich, sondern — behufs Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes — nur eine Abführung der Producte der Elektrolyse, bez. ein Ersatz des Elektrolytes.

weiter durch geeignete Gruppirung die Grundgebilde der telegraphischen Sprache oder Schrift zu entwickeln. Diese Grundgebilde fallen meist, jedoch nicht immer mit den Elementen der Sprache oder Schrift, in welcher das Telegramm abgefasst ist, zusammen; sie geben also z. B. nicht immer einzelne Buchstaben, Ziffern, Satzzeichen u. s. w. wieder, sondern mitunter ganze Wörter, Satztheile oder selbst ganze Sätze.

Bei der Gruppirung der Elementarzeichen braucht man sich aber keineswegs auf lauter unter sich gleiche und durch gleiche oder in ihrer Dauer gleichgiltige Pausen von einander getrennte Elementarzeichen zu beschränken, sondern man kann bei der nöthigen Umsicht mit sehr gutem Erfolge rücksichtlich der Leistungsfähigkeit der Telegraphen Elementarzeichen von verschiedener Dauer verwenden und in manchen Fällen mit Vortheil auch den Pausen zwischen den Elementarzeichen desselben Grundgebildes verschiedene Dauer geben.

IV. **Die Drucktelegraphen.** In den Drucktelegraphen wird, ähnlich wie beim Buchdruck, bleibend je ein ganzes Sprachzeichen oder doch ein ganzes Elementarzeichen gleichzeitig, mit einem Male oder Drucke hervorgebracht. Wie schon in I. erwähnt wurde, ist eine formgetreue telegraphische Nachbildung beliebiger Telegramme durch den Druck nicht durchführbar; daher giebt es nur zwei Arten von Drucktelegraphen, nämlich Buchstaben- oder Typendrucktelegraphen und Drucktelegraphen für vereinbarte Schrift. Erstere drucken das Telegramm in gewöhnlichen Buchstaben, also für Jedermann verständlich auf ein geeignetes Schreibmaterial, letztere in eigenthümlicher, verabredeter Schrift. Im Betrieb finden sich nur Typendrucker.

V. **Die Schreibtelegraphen.** Die Telegraphen, welche die Elementarzeichen oder ganze Schriftzeichen wie beim Schreiben mittels eines in seinen Theilen nach und nach entstehenden und daher eine längere Zeit währenden bleibenden Zuges erzeugen, vermögen ebensowohl formgetreue Nachbildungen beliebiger Telegramme zu liefern, wie die Telegramme bloss sinngetreu entweder in allgemein verständlichen Buchstaben, oder in vereinbarten Gruppen von Elementarzeichen wiederzugeben. Sie können hiernach als Copirtelegraphen (autographische Telegraphen), Buchstabenschreibtelegraphen und Schreibtelegraphen für vereinbarte Schrift unterschieden werden. Im Betrieb haben sich nur die letzteren dauernd zu erhalten vermocht.

VI. **Die Sprechtelegraphen.** Sollen im gebenden Amte gesprochene Worte (oder gespielte Musikstücke) im Empfangsamte telegraphisch formgetreu, unter möglichster Erhaltung der Eigenthümlickeiten der Stimme des Sprechenden (oder der musikalischen Instrumente) wiedererzeugt werden, so sind dazu Telephone oder Fernsprecher bez. Mikrophone zu verwenden.

Soll der Inhalt des Telegramms sinngetreu in vergänglicher vereinbarter Sprache oder Schrift telegraphirt werden, so benutzt man dazu am einfachsten die in entsprechender Weise gruppirten telegraphisch hervorgebrachten Elementarzeichen unmittelbar. Dies thun theils die Nadeltelegraphen, theils die Klopfer; erstere sind ausschliesslich oder doch vorwiegend auf Aufnahme des Telegramms mit dem Auge berechnet, von letzteren wird das Telegramm lediglich mit dem Ohr aufgenommen[5]). Beide haben das mit einander gemein, dass der Aufnehmende die von einander gänzlich unabhängigen und äusserlich zusammenhangslosen Elementarzeichen jeder Gruppe sämmtlich, vom ersten bis zum letzten, mit dem Auge oder Ohr verfolgen und sich zum Bewusstsein bringen muss, wenn er die Bedeutung der ganzen Gruppe erfassen will.

Das Unbequeme und Anstrengende, das hiernach in dem Arbeiten an einem Nadeltelegraphen oder Klopfer liegt, lässt sich umgehen, wenn man die als Elementarzeichen zu benutzenden Bewegungen, soweit dieselben einer und derselben Gruppe angehören in einen gewissen Zusammenhang zu bringen und mit Hilfe einer Art Zählvorrichtung aneinander zu reichen versteht. Dies zu thun, ist die Aufgabe der Zeigertelegraphen, und indem sie dies thun, ersparen sie dem Aufnehmenden die unausgesetzte Beobachtung und das Abzählen der einzelnen Elementarzeichen jeder Gruppe, geben ihm dafür in dem Momente, wo die ganze Gruppe vollständig abtelegraphirt worden ist, mit einem Male deren Bedeutung an, und da Letzteres bei geeigneter Einrichtung gleich durch ein Vorzeigen des eben telegraphirten Buchstaben, Ziffer u. s. w. geschehen kann, so vertreten die Zeigertelegraphen unter den Sprechtelegraphen gewissermaassen diejenigen, welche dem Aufnehmenden, buchstabirend, das Telegramm in gewöhnlichen, allgemein verständlichen Sprach- oder Schriftzeichen überliefern[6]). Es bleibt hier noch darauf hinzuweisen, dass die in einem Zeigertelegraphen aneinander gereihten Bewegungen ebensowohl Bewegungen sein können, in welche die telegraphisch durch die Elektricität hervorgebrachten Bewegungen umgesetzt wurden, wie solche, welche von letzteren ganz unabhängig neben diesen

---

[5]) Es sei hierbei darauf hingewiesen. dass es ganz leicht ist, einen Telegraphen so einzurichten, dass man an ihm das Telegramm nach Belieben mit dem Auge oder mit dem Ohre aufnehmen kann, und dass es dann meist eine Frage der Uebung sein wird, mit welchem Sinne der Aufnehmende vorwiegend arbeitet, ja, ob er überhaupt das Auge benutzt. So ist z. B. an Bain's Nadeltelegraphen (Handbuch, 1, 185; 4, 158) in Oesterreich viel blos nach dem Gehör gearbeitet worden.

[6]) Ein solches Vorbuchstabiren lässt sich aber auch mit mehreren Nadeln mittels eines Nadeltelegraphen — freilich in wesentlich anderer Weise — erreichen, wie Cooke und Wheatstone 1837, H. und E. Higthon 1847 gezeigt haben. Vgl. Handbuch, 1, 99 und 197.

bestehen, wobei dann der Elektricität nur die Aufgabe bleibt, 1. die Gruppenabtheilung entweder zu bewirken, oder doch zu überwachen, und 2. daneben zugleich die Vollendung jeder Gruppe deutlich zu markiren.

VII. **Eintheilung der Telegraphen.** Nach vorstehenden Erörterungen lassen sich die elektromagnetischen Telegraphen in Rücksicht auf die Beschaffenheit des vom Empfangsapparate gelieferten Telegramms folgendermaassen eintheilen:

A. Telegraphen mit vergänglichen Zeichen; **Sprechtelegraphen:**
- *A.* für formgetreue Nachbildung des Originals; **1. Telephone** oder **Fernsprecher.**
- *B.* für sinngetreue Nachbildung des Originals:
  - *a*) unter unmittelbarer Verwerthung der unter sich zusammenhangslosen, vom Empfangenden selbst abzuzählenden elektrischen Elementarzeichen:
    - *α*) Zeichen für das Ohr bestimmt; **2. Klopfer.**
    - *β*) Zeichen ausschliesslich oder vorwiegend für das Auge bestimmt; **3. Nadeltelegraphen.**
  - *b*) unter Aneinanderreihung der Elementarbewegungen und Mitverwendung einer Abzählvorrichtung; **4. Zeigertelegraphen.**

B. Telegraphen mit bleibenden Zeichen:
- *A.* mit geschriebenen Zeichen; **Schreibtelegraphen:**
  - *a*) für formgetreue Nachbildung des Originals; **5. Copirtelegraphen.**
  - *b*) für sinngetreue Nachbildung des Originals:
    - *α*) in gewöhnlichen Schriftzügen; **6. Buchstabenschreibtelegraphen.**
    - *β*) in eigenartigen Schriftzügen; **7. Schreibtelegraphen für vereinbarte Schrift.**
- *B.* mit gedruckten Zeichen; **Drucktelegraphen:**
  - *a*) im gewöhnlichen Buchstabendruck; **8. Typendrucktelegraphen.**
  - *b*) in eigenartiger Druckschrift; **9. Drucktelegraphen für vereinbarte Schrift.**

Während in der vorstehenden Gruppirung der Telegraphen ein Anklang daran erstrebt wurde, in welcher Weise die verschiedenen Telegraphenarten die im unmittelbaren Umgange vorkommenden Verkehrsformen nachahmen und ersetzen, wird die nachfolgende Gruppirung mehr diejenigen Telegraphen nebeneinander stellen, welche in Bezug auf ihre Leistung auf gleicher Stufe stehen. Wählt man nämlich die



an den Empfänger gestellten Ansprüche (vgl. §. 18, III.) als Eintheilungsgrund, so lassen sich folgende Fälle unterscheiden:

A. Es soll in der Empfangsstation telegraphisch eine **formgetreue Nachbildung** des auf der Absendungsstation vorhandenen Originals erzeugt werden. Es kann sich dabei sowohl um eine Wiedererzeugung der gesprochenen Worte, wie vorhandener Schriftzüge, Zeichnungen u. s. w. handeln durch:

1. **Telephone** oder **Fernsprecher**;
2. **Copirtelegraphen.**

B. Der Empfänger liefert nur eine **sinngetreue Nachbildung**, giebt das Telegramm in einer ihm **eigenthümlichen Sprache oder Schrift.** Dazu werden eine Anzahl telegraphischer hörbarer oder sichtbarer Elementarzeichen verabredet und zu einer ausreichenden Anzahl von Sprach- oder Schriftzeichen gruppirt.

a) Sollen diese Zeichen für Jedermann verständlich sein, so wählt man die gewöhnlichen Buchstabenzeichen und benutzt, je nachdem man dieselben durch Druck oder schreibend erzeugt,

3. einen **Buchstaben-** oder **Typendrucktelegraphen** oder
4. einen **Buchstabenschreibtelegraphen.**

b) Brauchen die Zeichen nicht für Jedermann verständlich zu sein, sondern können sie in der Empfangsstation von einem Beamten in gewöhnliche Schrift übertragen werden, so kann man:

α) entweder bleibende Zeichen auf Papier mittels

5. eines **Drucktelegraphen** durch Druck, oder
6. eines **Schreibtelegraphen** wie beim Schreiben;

β) oder vorübergehende Zeichen hervorbringen. Im letzteren Fall verwerthet man wieder:

7. entweder mittels eines **Klopfers**, oder
8. mittels eines **Nadeltelegraphen** die auf elektrischem Wege hervorgebrachten Bewegungen unmittelbar als hörbare oder sichtbare Zeichen; oder man
9. setzt dieselben mit Hülfe eines **Zeigertelegraphen** zuvor in andere Bewegungen um, oder benutzt sie neben sonst vorhandenen Bewegungen in geeigneter Weise zur Zeichengebung.

Im Allgemeinen vermindert sich die Einfachheit der Einrichtung der Telegraphen wie die an sie gestellten Anforderungen gesteigert und verallgemeinert werden.

Im Telegraphenbetriebe finden sich zur Zeit von den oben aufgeführten 9 Arten der elektromagnetischen Telegraphen nur die unter

1. bis 4., 7. und 8., genannten Arten, und diese allein werden daher im Nachfolgenden einer Besprechung zu unterziehen sein, und zwar soll dies namentlich mit Rücksicht auf die grössere oder geringere Einfachheit der Apparate und ihrer Benutzung in dieser Aufeinanderfolge geschehen:

1. die Fernsprecher
2. die Schreibtelegraphen (für vereinbarte Schrift)
3. die Klopfer
4. die Nadeltelegraphen
5. die Zeigertelegraphen
6. die Typendrucktelegraphen.

Es mögen jedoch der Besprechung dieser 6 Arten vorausgeschickt werden einige allgemeine Bemerkungen über die beim Telegraphiren gebräuchlichen Weisen der Aenderung der elektrischen Zustände und über die Grundformen der Geber oder Sender, mittels deren diese Aenderungen herbeigeführt werden.

§. 20.

Die Stromzustandsänderungen und die Schaltungsweisen.

I. **Die Stromerzeuger.** Die in der Telegraphie benutzten Elektricitätsquellen (vgl. §. 18, I.) liefern theils beständig einen Strom von der nämlichen Richtung (Gleichstrom), theils erzeugen sie in ganz regelmässiger Folge abwechselnd Ströme von verschiedener Richtung, also Wechselströme (vgl. Handbuch, **2**, 269). Es ist jedoch durchaus nicht nöthig, dass die von der Stromquelle als Strom gelieferte Elektricität beim Telegraphiren auch in der Form verbraucht wird, in welcher sie von der Quelle geliefert wird. Wie man einerseits den von der Stromquelle gelieferten Wechselströmen mittels eines Commutators oder Stromwenders gleiche Richtung zu geben vermag, so kann man durch besondere Einrichtungen (vgl. §. 21) leicht sowohl zeitweise und willkürlich, wie in regelmässiger Folge abwechselnd die Richtung eines Gleichstromes umkehren und wiederherstellen.

Die in der Telegraphie verwendeten Stromquellen scheiden sich aber weiter auch rücksichtlich dessen, was geschehen muss, damit sie den Strom durch die Telegraphenleitung senden, in zwei Arten.

Die Erzeuger der einen Art — die galvanischen Batterien[1]) — liefern den Strom ohne weiteres, sobald sie in einen geschlossenen

[1]) Die Benutzung von Tauchbatterien in der Telegraphie beschränkt sich auf vereinzelte Fälle (vgl. z. B. Handbuch, **4**, 168) und unterscheidet sich immerhin wesentlich von der Benutzung von Inductoren mit Handbetrieb.

Stromkreis eingefügt werden; die der Berührung bez. den chemischen Vorgängen in der Batterie entstammende elektromotorische Kraft (vgl. Handbuch, **2**, §. 2. B.) wird im Augenblicke der Schliessung des Stromkreises thätig.

Im Gegensatze hierzu reicht bei der zweiten Art von Stromerzeugern die blosse Einschaltung in den geschlossenen Stromkreis noch nicht zur Entsendung des Stromes hin, es muss vielmehr zugleich noch etwas Anderes geschehen: es muss noch die in elektrischen Strom umzusetzende Form von Arbeit aufgewendet werden. Es kann daher — sofern nicht etwa andere Gründe dies als nicht erwünscht erscheinen lassen — hierbei der Stromerzeuger beständig in den Stromkreis eingeschaltet gelassen werden, sofern man die Arbeitsumsetzung auf die Zeiten zu beschränken vermag, in welchen man wirklich Strom zu entsenden beabsichtigt. Am einfachsten durchführbar ist dies bei dem Telegraphiren mit elektroelektrischen Inductionsströmen (vgl. Handbuch, **1**, 455; **2**, §. 5, F; §. 6, XXIV. bis XXVIII.), welche ja nur bei Verstärkung und Schwächung der Stärke — Herstellung und Unterbrechung — des Stromes im inducirenden Stromkreise entstehen. Fast eben so einfach ist es beim Telegraphiren mit Magnetinductionsströmen (vgl. Handbuch, **2**, §. 6, XXIX. bis XXXII.), so lange die zur Erzeugung derselben nöthige Bewegung der Anker oder Kerne mit der Hand und zwar nur während der Erzeugungszeit der einzelnen Ströme hervorgebracht wird. Wenn dagegen — was bei Speisung mehrerer Leitungen aus derselben Elektricitätsquelle nöthig ist — durch maschinelle Vorrichtungen ein ununterbrochener gleichgerichteter Magnetinductionsstrom (vgl. Handbuch, **2**, §. 6, XXI. und XXXII.), oder eine ununterbrochene Folge von magnetoelektrischen Wechselströmen erzeugt wird, oder wenn ein thermoelektrischer Strom (vgl. Handbuch, **2**, §. 2. C) zum Telegraphiren verwendet wird, so ist es ganz wie beim Telegraphiren mit galvanischen Strömen; der Stromerzeuger giebt dann Strom, sowie er in den geschlossenen Stromkreis eingefügt wird, und darf dann, sofern die Telegraphenleitung nicht beständig von einem Strome durchlaufen sein soll, auch nicht beständig, sondern nur während der Zeit des eigentlichen Strombedarfs in die Leitung eingeschaltet werden.

Wird endlich der eigentliche Telegraphirstrom mittels eines Condensators entsendet (vgl. z. B. Elektrotechnische Zeitschrift, 1884, S. 74), so kann letzterer beständig in die Telegraphenleitung eingeschaltet bleiben, bezüglich der ihn ladenden Elektricitätsquelle dagegen würden wieder die beiden eben erörterten Fälle auftreten können.

II. **Der Ruhezustand der Leitung.** Um ein klares Bild von den beim Telegraphiren auftretenden Stromzustandsänderungen, sowie deren Bedeutung und Wirkung zu erlangen, gehen wir von dem Ruhezustande

der Leitung aus d. h. von dem Stromzustande, welcher in der — als vollkommen isolirt gedachten — Leitung vorhanden ist, während nicht telegraphirt wird. Wenn während dieser Zeit Strom in der Leitung vorhanden ist, so wird es ein Strom von unveränderter Stärke und Richtung sein, weil ja jede absichtliche Aenderung in Stärke oder Richtung mindestens zwecklos wäre[2]), möglicher Weise aber sogar den Betrieb stören könnte. Wir haben daher zunächst zwei Verschiedenheiten bezüglich des Ruhezustandes zu unterscheiden, nämlich:

1. die Leitung ist stromlos, und
2. die Leitung ist stromerfüllt.

Im ersteren Falle liefert der Stromerzeuger, während nicht telegraphirt wird, beständig Strom[3]), im andern Falle liefert er während der Zeit keinen Strom.

In Bezug auf die Art und Weise, wie das Letztere erreicht wird, bieten sich aber wieder mehrere Möglichkeiten. Will man mehrere bei ihrer Einschaltung ohne weiteres Zuthun Strom gebende Stromerzeuger in die Leitung aufnehmen, so wird man die Stromlosigkeit der Leitung dadurch erreichen können, dass man die Stromerzeuger zwei gleich starke, aber entgegengesetzt gerichtete Ströme erzeugen lässt, welche sich in ihrer Wirkung aufheben. Will man dagegen bei Verwendung eines einzigen Stromerzeugers telegraphiren, so muss dieser zur Erlangung der Stromlosigkeit während des Ruhezustandes ausgeschaltet sein, wenn er bei seiner Einschaltung ohne weiteres Zuthun Strom liefert, dagegen kann er auch während des Ruhezustandes in der Leitung bleiben, wenn seine blosse Einschaltung nicht schon zur Stromerzeugung hinreichend ist. Vgl. I.

III. **Stromzustandsänderungen beim Telegraphiren.** Der grössern Durchsichtigkeit halber setzen wir hier voraus, dass jede an irgend einer Stelle der — wiederum als vollkommen isolirt gedachten — Leitung hervorgebrachte Aenderung im Stromzustande der Leitung sich sofort und in ganz gleicher Stärke überall in der Leitung bemerkbar macht. Auf die hiervon abweichenden, bereits in §. 7, B des 2. Bandes besprochenen Erscheinungen in Kabeln und deren Einfluss auf das Telegraphiren wird seiner Zeit besonders einzugehen sein. Es mag ferner hier kurzweg von den Stromzustandsänderungen in der Leitung gesprochen werden, obwohl es streng genommen nur auf die Aenderungen

---

[2]) Unbeabsichtigte Aenderungen sind natürlich nicht völlig ausgeschlossen und könnten z. B. durch Erdströme, durch Aenderungen im Isolationszustande u. s. w. veranlasst werden.

[3]) Eine Abweichung hiervon würde auch dann nicht vorhanden sein, wenn etwa Fürsorge getroffen wäre, dass beim Eintreten von langedauernden Pausen im Telegraphiren die Stromquelle auf Wunsch mittels eines Umschalters oder sonstwie (vgl. Anm. 1.) ausgeschaltet werden kann.



ankommt, welche in dem als Empfänger dienenden Theile der Leitung[4]) zu Tage treten (vgl. §. 19, II. und Handbuch, **1**, S. 164).

1. Soll beim Telegraphiren auf einer im Ruhezustande stromlosen Leitung nur eine einzige Stromquelle (vgl. Anm. 9, S. 360) zur Verwendung kommen, so muss dieselbe zum Zweck des Telegraphirens d. h. der Hervorrufung der telegraphischen Elementarzeichen in Thätigkeit versetzt werden, wozu nach I. in dem einen Falle das blosse Einschalten in die Leitung genügt, während im anderen Falle die ausserdem noch nöthige Arbeitsumsetzung herbeigeführt werden muss.

Treffen wir nun Vorkehrungen, dass die Stromquelle — Batterie oder Inductor — Wechselströme liefert, so werden die Ströme der einen Richtung zur Erzeugung der als telegraphische Elementarzeichen zu verwerthenden Bewegungen, die der andern Richtung zur Zurückführung des Bewegten in die Ruhelage (vgl. §. 19, II.) benutzt, und es macht sich hierbei die Eigenthümlichkeit bemerkbar, dass die beiden zusammengehörigen Bewegungen des Bewegten zwar[5]) ohne zeitliche Zwischenräume aufeinander folgen und in der nämlichen Zeit vollendet werden können, während welcher die Ströme in der Leitung sind, dass die beiden Bewegungen jedoch eben so gut auch durch grössere zeitliche Zwischenräume[6]) getrennt sein können, während welcher die Leitung wieder stromlos ist. Die Dauer der Ströme der beiden Richtungen braucht durchaus nicht die nämliche zu sein, wie die Dauer der beiden Bewegungszustände bez. die Dauer der verschiedenen Lagen des Bewegten im Empfänger[7]). Der letztere Umstand mag es rechtfertigen, wenn derartige Wechselströme hier zum Unterschiede von den bei im Ruhezustande stromerfüllter Leitung benutzten (vgl. S. 361) als flüchtige Wechselströme bezeichnet werden[8]).

---

[4]) Bekanntlich sind die Stromzustände in diesem Theile der Leitung unter gewissen Umständen (z. B. beim Gegensprechen) nicht dieselben wie in der übrigen Leitung.

[5]) Wie z. B. bei den Zeigertelegraphen.

[6]) Die sich z. B. bei den Schreibtelegraphen zum Schreiben von Punkten oder Strichen, zur Erzeugung grösserer oder kleinerer Zwischenräume zwischen den Schriftzeichen verwerthen lassen.

[7]) Bei Schreibtelegraphen z. B. des Schreibens und des Absetzens des schreibenden Theiles.

[8]) Der Hinweis darauf, dass in den beiden so auseinander gehaltenen Fällen der Verwendung von Wechselströmen unter Umständen die Einrichtung des Empfängers eine verschiedene sein muss, wird die Trennung dieser beiden Fälle noch mehr gerechtfertigt erscheinen lassen. — In verwandter Weise hält übrigens auch R. S. Culley in seinem Handbook of Practical Telegraphy diese beiden Arten des Wechselstrombetriebes auseinander, wenn er (7. Aufl. London 1878, S. 402 No. 760) bei Gelegenheit der Erörterung des Einflusses der Ladungserscheinungen auf die mittels der Wheatstoneschen automatischen Sender gegebene Schrift sagt: The improved Wheatstonesystem embraces three methodes: a) the permanent current, b) the intermittent current, and c) the compensationsystem.

Verzichten wir dagegen auf die Entsendung von Wechselströmen und treffen die Anordnung so, dass die Stromquelle — Batterie oder Inductor — bei jedem Thätigwerden nur einen Strom von unveränderter Richtung liefert, so brauchen wir uns doch nicht auf die Benutzung von Strömen von gleicher Richtung und gleicher Stärke zu beschränken, sondern es bleibt uns immer noch die Möglichkeit durch Ströme von verschiedener Stärke, jedoch unter sich gleicher Richtung ungleich grosse Bewegungen hervorzubringen und als zeichenbildende Elemente zu verwerthen, und eben so gut können wir auch Ströme von ungleicher Richtung verwenden und durch sie Bewegungen nach verschiedenen Seiten hin hervorbringen, allein hierbei tritt dann der bei den — paarweise zusammengehörigen — Wechselströmen scharf ausgeprägte regelmässige Wechsel in der Stromrichtung nicht auf, weil hier die Richtung der auf einander folgenden Ströme lediglich durch die Aufeinanderfolge der Elementarzeichen in den zur Wiedergabe des Telegramms dienenden Zeichengruppen bedingt ist.

Wenn dagegen die Leitung im Ruhezustande desshalb stromlos ist, weil mehrere in ihr vorhandene ohne weiteres Strom gebende Stromerzeuger zwei sich in ihrer Wirkung aufhebende und sich gegenseitig unthätig machende[9]) Ströme liefern, so kann der eine dieser Ströme dadurch für die Zwecke des Telegraphirens in Thätigkeit versetzt werden, dass man den andern ganz oder theilweise unthätig, oder gar in gleichem Sinne wie der erste wirksam macht. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, dass man beide Ströme in verschiedenen Theilen der Leitung zur Wirkung kommen lässt, indem man — etwa durch passende Stromverzweigungen — in dem einen Theile der Leitung dem einen, im andern Theile dem andern Strome das Uebergewicht verschafft.

2. In verwandter Weise könnte man auch bei im Ruhezustande stromerfüllter Leitung das Telegraphiren zunächst durch Umkehrung der Stromrichtung ermöglichen. Man wird dann zwar wiederum — wie beim Telegraphiren mit flüchtigen Wechselströmen — jene regelmässige Abwechselung in der Stromrichtung in der Leitung haben, weil die eine Richtung des Stromes zum Hervorbringen der telegraphischen Elementarzeichen unentbehrlich ist, die andere Richtung aber sofort von selbst sich einfindet, wenn ein Elementarzeichen beendet ist und im Empfänger die Ruhelage wieder herbeigeführt werden soll, weshalb wieder diese zweite Stromrichtung eben zur Herbeiführung der Ruhelage ausgenützt werden kann. Allein in dem jetzigen Falle haben

[9]) Wären mehrere in gleichem Sinne wirkende Stromerzeuger in der Leitung vorhanden, so würden dieselben nur eine einzige Stromquelle bilden, deren Theile räumlich von einander getrennt sind.



die Ströme der einen und der andern Richtung genau die nämliche Dauer wie die beiden einander entgegengesetzten Zustände im Empfänger, und die Zeitpunkte des Ueberganges dieser beiden Zustände sind niemals[10]) durch Zeiten, während welcher Stromlosigkeit in der Linie herrscht, von einander getrennt, vielmehr fällt das Aufhören des Stromes der einen Richtung genau mit dem Beginn des Stromes der andern Richtung zusammen. Dieser Gegensatz mag dadurch zum Ausdruck gebracht werden, dass die Wechselströme mittels deren in stromerfüllter Linie telegraphirt wird, als dauernde Wechselströme bezeichnet werden.

Einfacher aber ist es, bei im Ruhezustande stromerfüllter Leitung mittels Aenderung der Stromstärke zu telegraphiren. Soll dies geschehen, so bieten sich wieder zwei verschiedene Möglichkeiten rücksichtlich des Betrags, um welchen, und des Sinnes, in welchem die Stärke des während des Ruhezustandes in der Leitung vorhandenen Stromes beim Telegraphiren verändert wird. Das Nächstliegende hierbei ist, dass die im Ruhezustande stromerfüllte Leitung beim Telegraphiren d. h. zum Zweck der Hervorbringung der telegraphischen Zeichen stromlos gemacht wird, dass man also durch Unterbrechung des Stromes telegraphirt und dazu im einfachsten Falle die Leitung selbst unterbricht, oder die Stromquelle beim Telegraphiren aus der Leitung herausnimmt bez. sie kurz schliesst. Doch kann man auch die telegraphischen Elementarzeichen als Folge einer Stromstärke hervortreten lassen, welche von der im Ruhezustande vorhandenen abweicht, entweder grösser, oder kleiner als dieselbe ist. Der Geber dürfte dann die Stromquelle nicht aus der Leitung ganz entfernen, sondern er müsste nur in geeigneter Weise entweder eine Verstärkung, oder eine Schwächung des im Ruhezustande vom Stromerzeuger in die Leitung gesendeten Stromes herbeiführen.

Es bietet sich somit eine immerhin ganz stattliche Reihe von Stromzustandsänderungen in der Leitung zu gelegentlicher Verwerthung beim Telegraphiren dar; überdies ist aber auch eine Abwechselung in den dadurch ermöglichten Telegraphirweisen nicht ausgeschlossen, es steht uns vielmehr frei, auf derselben Telegraphenlinie zu Zeiten in der einen und zu anderen Zeiten in anderer Weise zu arbeiten. Es wird dies besonders da von Vortheil sein können, wo wir auf derselben Leitung zu verschiedenen Zeiten von einander verschiedene Zwecke verfolgen wollen. Eine Anzahl von Beispielen dieser Art bietet der 4. Band, z. B. auf S. 268 und 320.

[10]) Wenigstens niemals absichtlich, sondern höchstens unabsichtlich und sehr rasch vorübergehend, wie es wohl bei Benutzung eines Tasters ohne Contactfedern der Fall sein kann.



IV. **Die Schaltungsweisen.** Von der Schaltung, d. h. der Einfügung der Apparate in die Telegraphenleitung, kommt hier nur der einfachste Fall in Frage, nämlich die Einschaltung eines Gebers in dem gebenden und eines Empfängers in dem empfangenden Amte (vgl. §. 21, XI.). Die eingehende Besprechung der Schaltungen und namentlich der verwickelteren bleibt einer späteren Abtheilung dieses Bandes vorbehalten. Wenn nun auch nach Feststellung der Anforderungen an den Empfänger (vgl. §. 18, III; §. 19, VII.) dessen elektrische Anordnung mitbedingt werden kann durch die Entscheidung darüber, welche der nach III. verfügbaren Telegraphirweisen zur Verwendung kommen soll, so wird doch die Einschaltung des Empfängers von dieser Entscheidung nicht berührt; der Empfänger ist ja einfach so einzuschalten, dass der auftretende bez. sich in seiner Stärke oder Richtung ändernde Strom jederzeit ungestört seinen Weg durch den Empfänger nehmen kann, und in dieser Einschaltung des Empfängers treten während des Empfangens Aenderungen nicht ein. Anders ist dies bezüglich des Gebers und der Elektricitätsquelle, und desshalb werden diese an sich und rücksichtlich ihrer Benutzungsweise für die nachfolgende Unterscheidung und Gruppirung der Schaltungsweisen maassgebend sein.

Bei im Ruhezustande stromloser Linie (vgl. I.) kann sowohl mit Wechselströmen telegraphirt werden, wie mit einfachen Strömen unter Mitwirkung einer Gegenkraft (vgl. §. 19 II.). Im erstern Falle sind die (flüchtigen) Wechselströme fast ausschliesslich magnetoelektrische oder elektroelektrische, doch lassen sich ohne besonders grosse Schwierigkeiten auch Batteriewechselströme verwenden. Wird beim Telegraphiren mit einfachen Strömen eine einzige Stromquelle verwendet, so telegraphirt man mit Arbeitsstrom; hierbei ist es üblich, obwohl nicht unbedingt nöthig, dass die Gegenkraft das Bewegliche in seiner Ruhelage erhält und die elektrisch hervorgebrachten Bewegungen zur Zeichenbildung verwerthet werden; es gilt dies eben so wohl, wenn mit Strömen von stets derselben Richtung gearbeitet wird, wie wenn Ströme von ungleicher Richtung benutzt werden. Beim Telegraphiren mit Gegenstrom ist die Stromlosigkeit der Leitung im Ruhezustande die Folge davon, dass sich mehrere Stromquellen in ihrer Wirkung aufheben.

Auch bei im Ruhezustande stromerfüllter Leitung kann mit Wechselströmen und mit einfachen Strömen unter Mitwirkung einer Gegenkraft telegraphirt werden. Hier pflegen im erstern Falle die (dauernden) Wechselströme galvanischen Batterien entnommen zu werden, doch könnten leicht auch Thermoströme oder Magnetinductionsströme verwendet werden, namentlich die Ströme von Gleichstrommaschinen. Wird beim Telegraphiren mit einfachen Strömen die Stromstärkenänderung

bis zur völligen Unterdrückung oder Unterbrechung des Stromes getrieben, so telegraphirt man mit Ruhestrom. Dabei kann man indessen bezüglich der Rolle, welche dem Strom und der Gegenkraft zugewiesen wird, noch zwei verschiedene Wege einschlagen: entweder man benutzt, ähnlich wie beim Arbeitsstrombetriebe, die elektrisch hervorgebrachten Bewegungen zur Zeichenbildung, erhält also das Bewegliche (vgl. §. 19, II.) während der Pausen in der zeichenbildenden Lage und überlässt es der Gegenkraft, das Bewegliche in seine Ruhelage zurückzuführen; oder man lässt durch den auch während der Pausen vorhandenen Strom das Bewegliche in seiner Ruhelage erhalten und durch die Stromunterbrechung in die Arbeitslage bringen. Während im letztern Falle — beim Telegraphiren mit gewöhnlichem Ruhestrom — das eigentliche Telegraphiren jederzeit sofort beginnen kann, muss im erstern Falle — beim Telegraphiren mit amerikanischem Ruhestrom — vor dem Beginn des eigentlichen Telegraphirens eine Unterbrechung des Stromes behufs Zurückführung des Beweglichen in seine Ruhelage herbeigeführt werden[11]).

Wird dagegen der im Ruhezustande in der Leitung vorhandene Strom auch beim Telegraphiren nie ganz unterbrochen, so telegraphirt man mit Differenzstrom; diese Telegraphirweise kann bezüglich der Hervorbringung der Zeichen in dem einen Falle dem Telegraphiren mit Arbeitsstrom, in dem andern Falle aber dem Telegraphiren mit Ruhestrom an die Seite gestellt werden, ersteres wenn der Geber eine Stromverstärkung, letzteres wenn er eine Stromschwächung bewirkt.

Hiernach stehen uns folgende acht Telegraphir- und Schaltungsweisen[12]) zur Verfügung:

A. **Telegraphiren mit Wechselströmen** und zwar:

A. mit **flüchtigen Wechselströmen,** bei im Ruhezustande stromloser Leitung;

B. mit **dauernden Wechselströmen,** bei im Ruhezustande stromerfüllter Leitung;

---

[11]) Dies prägt sich bei den gewöhnlichen Schreibtelegraphen deutlich aus, wenn man den Streifen laufen lässt, während nicht telegraphirt wird; da bleibt der Streifen unbeschrieben bei Schaltung auf gewöhnlichen Ruhestrom (und auf Arbeitsstrom), er wird dagegen mit einem ununterbrochenen Striche beschrieben bei Schaltung auf amerikanischen Ruhestrom.

[12]) Von diesen Schaltungen stehen indessen die Gegenstromschaltung und die Differenzstromschaltung bei dem Betriebe der Telegraphen i. e. S. nicht in Gebrauch, während von denselben bei den Telegraphen für besondere Zwecke (Vergl. z. B. Handbuch, 4, §. 22, XVIII., XXVI., XXVII.) in vielen Fällen mit Vortheil Gebrauch gemacht wird.

B. **Telegraphiren mit einfachen Strömen** und zwar:

A. bei im Ruhezustande stromloser Leitung:

a) in **Arbeitsstromschaltung,** unter Verwendung einer einzigen Stromquelle:

α) mit Strömen von einerlei Richtung;

β) mit Strömen von zweierlei Richtung;

b) in **Gegenstromschaltung,** unter Verwendung mehrerer, im Ruhezustande sich in ihrer Wirkung aufhebender Stromquellen;

B. bei im Ruhezustand stromerfüllter Leitung:

a) in **Ruhestromschaltung,** bei Unterbrechung des Stromes, und zwar:

α) in **gewöhnlicher Ruhestromschaltung,** bei Zeichengebung durch die Gegenkraft;

β) in **amerikanischer Ruhestromschaltung,** bei Zeichengebung durch den Strom;

b) in **Differenzstromschaltung,** bei blosser Stromschwächung oder bei Stromverstärkung.

§. 21.

Die Grundformen der Geber.

I. **Zweck und Aufgabe der Geber.** Der in §. 18, II. allgemein ausgesprochene Zweck der Geber lässt sich nach §. 20, III. jetzt bestimmter bezeichnen. Zuvörderst sei indess darauf hingewiesen, dass der Geber bei Verwendung von solchen Stromerzeugern, welche nicht durch ihre blosse Einschaltung in den Stromkreis Strom liefern (vgl. §. 20, I.), mitunter mechanische Vorrichtungen in sich aufnimmt, welche dazu dienen, um den Stromerzeuger in Thätigkeit zu versetzen, ja, dass der Geber selbst aus diesen Vorrichtungen allein bestehen kann in den Fällen, wo es nicht zu Unzuträglichkeiten führt, wenn der Stromerzeuger beständig in die Leitung eingeschaltet bleibt. Es gilt dies besonders beim Telegraphiren mit elektroelektrischen und magnetoelektrischen Inductionsströmen, sofern dieselben durch Handbewegung erzeugt werden. In anderen Fällen, namentlich bei Zeigertelegraphen (vgl. z. B. Handbuch, 1, 232, 246), erscheint der Geber sogar mit Theilen des Empfängers verwachsen.

Reiner tritt dagegen die Bestimmung des Gebers zu Tage bei Verwendung von Stromerzeugern, welche bei ihrer Einfügung in den Stromkreis ohne weiteres Strom liefern, und hier wieder am durchsichtigsten bei im Ruhezustande stromloser Leitung und Benutzung



einer einzigen Stromquelle (vgl. Anm. 9, S. 360), sowie bei im Ruhezustande stromerfüllter Leitung und Telegraphiren mittels Stromunterbrechung. Hier — also beim Telegraphiren mit Arbeits- und mit Ruhestrom — handelt es sich einfach um Ein- und Ausschaltung der Stromquelle, im erstern Falle allerdings z. Th. um Einschaltung der Stromquelle in zwei verschiedenen Weisen behufs Entsendung von Strömen verschiedener Richtung[1]). Beim Telegraphiren mit Differenzstrom hat der Geber die erforderlichen Stromverstärkungen und Stromschwächungen herbeizuführen, was — obwohl nach dem Ohm'schen Gesetze diese Stromstärkenänderungen entweder durch Aenderungen der elektromotorischen Kraft, oder durch Aenderungen der Widerstände erreicht werden können — nicht wesentlich umständlicher ist als das Stromgeben und Stromunterbrechen. Bei der Gegenstromschaltung muss der Geber theils bloss Stromquellen aus der Leitung entfernen, theils den Sinn ihrer Einschaltung umkehren; umständlicher gestaltet sich dies in den Fällen, wo besondere Rücksicht darauf zu nehmen ist, dass den Empfängern nicht zugemuthet werde, auf Ströme von sehr veränderlicher Stärke oder von verschiedener Richtung sicher anzusprechen und zu arbeiten. Auch die Wechselstromschaltungen erweisen sich als verhältnissmässig einfach; in dem einen Falle handelt es sich nur darum entweder in regelmässig abwechselnder Folge zwei verschiedene Stromquellen in die Leitung einzuschalten, oder den Einschaltungssinn einer Stromquelle in regelmässigem Wechsel umzukehren; in dem andern Falle hat der Geber nur die vom Stromerzeuger gelieferten (kurzen, flüchtigen) Wechselströme zur rechten Zeit der Leitung zuzuführen oder ihnen die Leitung zu verschliessen bez. das Entstehen der Ströme ganz zu verhindern.

II. **Die Grundform des Gebers.** Alle die nach I. vom Geber zu leistenden Thätigkeiten kommen darauf hinaus, dass behufs der Zeichengebung entweder bisher bestandene Stromwege abgebrochen, oder neue Stromwege eröffnet werden, also dass entweder Contacte gemacht, oder Contacte unterbrochen werden[2]). Flüssigkeiten wurden nur in den ersten Zeiten der Telegraphie (vgl. z. B. Handbuch, 1, 82, 93, 98, 113, 133) zum Contactmachen verwendet; jetzt werden die Stromkreise an den Stellen, wo Stromschliessungen und Unterbrechungen zu bewirken sind, aus starren Metallkörpern hergestellt, theils aus steifen und unbiegsamen, theils aus biegsamen und federnden. Die eigentlichen Be-

[1]) Bei mit Selbstunterbrechung arbeitendem Empfänger (z. B. Zeigertelegraphen und Typendruckern) hat der Geber von einer längern Reihe von Stromschliessungen und Unterbrechungen nur die erste und die letzte zu bestimmen.

[2]) Es sei ganz ausdrücklich hervorgehoben, dass die Aenderungen in den Stromwegen innerhalb der Geber zum Zwecke der Zeichengebung gemacht werden (vergl. X.); in den Umschaltern z. B. ist dies nicht der Fall.

rührungsstellen werden mit Plättchen aus schwer oxydirbarem Metall belegt, oder es werden an diesen Stellen Contactkegel oder Ambose aus dergleichen Metall eingesetzt.

Der Contact machende Theil des Gebers ist zu verschiedenen Zeiten in der Regel in zwei — seltener in mehr als zwei — verschiedene Lagen oder Stellungen zu bringen; in der einen Lage schliesst er den Stromkreis, in der andern unterbricht er ihn ganz, oder schliesst ihn in einer von der ersten abweichenden Weise. In der einen dieser beiden Lagen muss der bewegliche Theil des Gebers für gewöhnlich erhalten werden, und dies pflegt durch eine Feder[3]) bewirkt und gesichert zu werden, welche den beweglichen Theil gegen einen Contactambos, oder gegen einen isolirten Anschlag[4]) andrückt, je nachdem in dieser Ruhelage eine Schliessung, oder eine Unterbrechung des Stromkreises erforderlich ist; wenn der bewegliche Theil des Gebers selbst federt, so wird jene Feder entbehrlich. In der Arbeitslage ist der bewegliche Theil gegen einen andern Contact, bez. gegen einen isolirten Anschlag anzudrücken, und dies geschieht vorwiegend mit der Hand, bei der automatischen Telegraphie (vgl. Handbuch, 1, §. 24) jedoch wird die Handarbeit durch Maschinenarbeit ersetzt[5]).

Die Ueberführung des beweglichen Theiles des Gebers aus der einen Lage in die andere wird in der Telegraphie i. e. S. nur ausnahmsweise (vgl. Handbuch, 1, §. 17) durch eine Hin- und Herbewegung, durch eine Verschiebung[6]) herbeigeführt, in der Regel erfolgt sie bequemer und leichter durch eine Drehbewegung, theils durch Drehbewegung eines hinreichend steifen und unbiegsamen Körpers um seine (mit bewegliche) Drehaxe, theils durch Drehung eines federnden Körpers um eine unbeweglich festgehaltene Stelle desselben. Als Grundform des beweglichen Theiles im Geber kann daher der drehbare Hebel[7]) bezeichnet werden. In der Regel

---

[3]) In einzelnen Fällen geschieht es wohl auch durch ein Gegengewicht; vgl. z. B. Handbuch, 1, 188.

[4]) In vereinzelten Fällen hat man auf die Anwendung eines solchen Anschlags verzichtet (vgl. Handbuch, 1, 137); in anderen Fällen tritt derselbe in eigenthümlicher Form auf (vgl. z. B. Handbuch, 1, § 24, V. bis VII. und § 17).

[5]) Es ist indessen nicht ausgeschlossen, dass durch die Handbewegung zunächst nur ein Localstrom geschlossen wird, welcher dann durch den Ankerhebel eines Elektromagnetes erst den Telegraphirstrom in die Leitung entsendet; vgl. z. B. Handbuch, 1, 557. — Von der Verwachsung gebender Theile mit empfangenden in den Translatoren oder Uebertragern (vgl. Handbuch, 1, 527) wird später ausführlicher zu sprechen sein.

[6]) Bei den Telegraphen für besondere Zwecke kommen solche Schieb- oder Zugtaster häufiger vor; vgl. z. B. Handbuch, 4, 9, 709, 751. — Auch für Morseschrift ist indessen ein solcher von A. Knöllinger in Vorschlag gebracht und in Deutschland patentirt worden; vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, 1883, 233.

[7]) Auch Formen des Gebers wie z. B. die des ältesten Gebers bei dem Nadeltele-



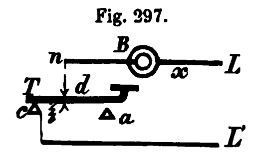
ist der Hebel **zweiarmig**, doch finden sich auch oft **einarmige** Hebel; ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden ist nicht vorhanden, desshalb soll im Nachfolgenden bloss die häufiger verwendete Form des zweiarmigen Hebels skizzirt werden.

Um den in verschiedenen Fällen vorliegenden Bedürfnissen (vgl. I.) zu entsprechen, muss indessen der Geber noch verschiedene Einrichtung erhalten. In den einfachsten Fällen kommt man mit einem **einzigen** Hebel aus, in anderen Fällen braucht man **zwei** oder mehr einfache Hebel, in wieder anderen Fällen ist ein **Doppelhebel** nöthig d. h. zwei mit einander fest verbundene, unter Umständen mit einander zu scheinbar bloss einem Hebel verwachsene Hebel. In verwandter Weise kann auch die Zahl und die Anordnung der Contactstellen eine grössere und eigenthümliche werden (vgl. z. B. Handbuch, **1**, S. 182, 188), und es werden dieselben in einzelnen Fällen (vgl. z. B. Handbuch, **1**, S. 344 ff.) sogar erst durch besondere Claviaturen in den Bereich des eigentlichen Contacthebels gebracht.

III. **Der Geber in Ruhestromschaltung.** Bei der Ruhestromschaltung hat der Geber die Aufgabe, in seiner Ruhelage die Stromsendung durch die Leitung zu ermöglichen, in seiner Arbeitslage die Leitung stromlos zu machen. Das Letztere geschieht, wenn wir uns eine ohne weiteres stromgebende Elektricitätsquelle (vgl. § 20, I.) in der Leitung irgendwo vorhanden denken, naturgemäss dadurch, dass mittels des beweglichen Theiles des Gebers die Leitung einfach unterbrochen wird. Wenn dabei ferner, als das Gewohnheitsmässige und Bequemere, die eigentliche Zeichengebung durch das Niederdrücken des Hebels des Gebers — des **Tasters** — bewirkt werden soll, so ergeben sich für den gewöhnlichen und den amerikanischen Ruhestrom etwas von einander abweichende Tastereinrichtungen und Einschaltungen. Im Nachfolgenden wird der Taster stets in seiner Ruhelage gezeichnet werden, doch soll dies durch Andeutung der den Hebel in seiner Ruhelage erhaltenden Feder noch deutlicher hervorgehoben werden.

Für **gewöhnlichen Ruhestrom** ist die Anordnung nach Fig. 297 zu treffen. Der Tasterhebel T stellt in seiner Ruhelage die metallische Verbindung zwischen den beiden Leitungszweigen L und L' her, von denen L an die Tasteraxe d, L' an den Contact c geführt ist. a ist ein blosser Anschlag, bis zu welchem T niedergedrückt werden kann, wenn der Strom der Elektricitätsquelle B in $L L'$ unterbrochen werden soll.

Fig. 297.



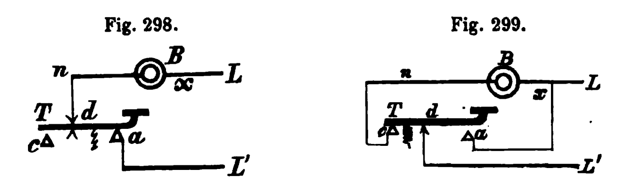
graph von Cooke und Wheatstone (vgl. Handbuch, 1, 175) lassen sich auf die Hebelform, bez. eine Verwachsung mehrerer Hebel zurückführen.

Für amerikanischen Ruhestrom dagegen wäre der Taster nach Fig. 298 einzurichten und einzuschalten, nämlich so, dass der auf dem Contacte *a* ruhende Tasterhebel *T* selbst (nicht aber ein ihm beigegebener Hilfshebel) die Leitung *L L'* für den Strom der Stromquelle *B* schliesst, während *T* beim Emporheben den Strom unterbricht; jetzt ist *c* ein blosser Anschlag.

In beiden Fällen beginnt das Telegraphiren mit einer Unterbrechung der Leitung zwischen *d* und *c*, bez. zwischen *d* und *a*; im Empfänger aber bringt diese erste Unterbrechung verschiedene Wirkung hervor: während sie bei Fig. 297 bereits zeichengebend ist, und bereits das erste Zeichen hervorruft, stellt sie in Fig. 298 im Empfänger nur den Ruhezustand her und bereitet also das erste Zeichen nur vor.

Beide Schaltungen können ganz unverändert beibehalten werden, auch wenn nicht bloss ein gebendes (und ein empfangendes) Amt in der Leitung *L L'* vorhanden ist. Denn da in beiden Schaltungen der Taster *T* die Leitung *L L'* geschlossen hält, so ist auch die Möglich-

Fig. 298. Fig. 299.



keit vorhanden, durch blosse Einfügung eines ganz gleichen Tasters an irgend einer andern Stelle der Leitung *L L'* auch von dieser Stelle aus die Leitung *L L'* zu unterbrechen d. h. zu telegraphiren.

Wenn die Stromquelle *B* in dem gebenden Amte selbst aufgestellt ist, so bietet sich ausser der Unterbrechung der Leitung unter gewissen Umständen noch eine zweite Möglichkeit, die Leitung *L L'* in dem am nehmenden Orte aufgestellten Empfänger (fast völlig) stromlos zu machen, nämlich die Kurzschliessung von *B* mittels des Tasters *T*. Diese Kurzschliessung würde sich erreichen lassen, wenn in beiden Fällen der die Stromquelle *B* nicht enthaltende Leitungszweig *L'* von *c*, bez. *a* weggenommen und bei *n* angelegt, zugleich aber noch ein Draht von *x* aus im ersteren Falle nach *a*, im andern nach *c* geführt würde; nur müsste in Fig. 297 jetzt *a* und in Fig. 298 *c* ein Contact sein und die Stromquelle sich am Orte des Senders befinden (vgl. auch Fig. 303). Natürlich wird man zu einer solchen Anordnung hier und bei den nachfolgenden Schaltungsweisen zur Kurzschliessung einer bei ihrer blossen Einschaltung schon Strom gebenden Stromquelle nur greifen, wenn durch sie Vortheile erreicht werden können, in welchen ein Er-

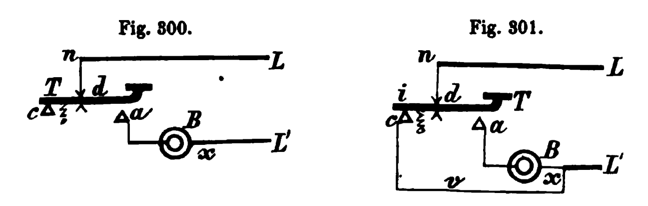


satz für die stärkere Inanspruchnahme der Stromquelle während der Kurzschliessung gefunden werden kann.

Endlich kann man in beiden Fällen dafür sorgen, dass der Tasterhebel auch in seiner zweiten, die Batterie unwirksam machenden Lage die Leitung $L\,L'$ geschlossen erhält, dass also gewissermassen durch die Bewegung des Tasterhebels die Batterie B aus der Leitung herausgenommen wird. Dazu müsste man für das Arbeiten mit gewöhnlichem Ruhestrom anstatt der Schaltung nach Fig. 297 die Schaltung nach Fig. 299 wählen, welche der Arbeitsstromschaltung Fig. 301 an die Seite zu stellen wäre. Beim Telegraphiren mit amerikanischem Ruhestrom dagegen müsste man in Fig. 298 noch einen Draht von x nach dem Contacte c führen.

IV. **Der Geber in Arbeitsstromschaltung für Ströme von einerlei Richtung** hat in ganz ähnlicher Weise wie bei der Ruhestromschaltung nur abwechselnd die ohne weiteres thätige Stromquelle B, Fig. 300, in die Leitung $L\,L'$ ein- und auszuschalten[8]). Ist in $L\,L'$ bloss ein ein-

Fig. 300. Fig. 301.

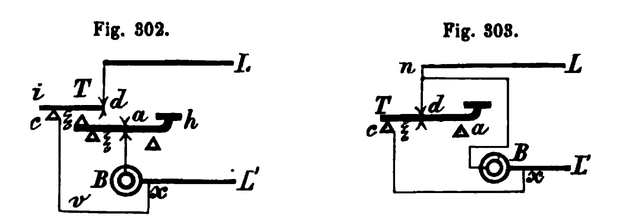


ziges gebendes Amt vorhanden, so kann dessen Sender T nach Fig. 300 eingeschaltet und die Stromquelle B irgendwo in $L\,L'$ untergebracht werden; immer wird dann der auf den Contact a niedergedrückte Tasterhebel die Leitung $L\,L'$ für die Stromquelle B schliessen. — Soll dagegen von mehreren Stellen in der Leitung $L\,L'$ aus telegraphirt werden, so muss an jeder Stelle der Sender so eingeschaltet werden, dass er in der Ruhelage die Leitung geschlossen hält, ohne jedoch zugleich die Stromquelle B zu schliessen; dazu ist nur nothwendig, dass in Fig. 300 noch ein Draht (v) von x nach dem Contacte c geführt wird, wie dies Fig. 301 zeigt; dann ist es aber zugleich nothwendig, dass die Stromquelle B in dem gebenden Amte aufgestellt wird, das heisst dass jeder Sender T seine eigene Stromquelle erhält, sofern man nicht etwa (vgl. Handbuch, **4**, 10 und 11) den einen Pol einer bei einem entfernten Sender aufgestellten Stromquelle durch einen besondern Draht herbeileiten will. Wünscht man aber aus irgend einem Grunde, dass bei der Einschaltung nach Fig. 301 während der Bewegung des Hebels T eine Unterbrechung der Leitung verhütet werde, so könnte man die

[8]) Beziehentlich kurz zu schliessen; vgl. Fig. 303.

Contacte *a* und *c* federnd machen, so dass jeder dem von ihm emporgehenden Hebel *T* so lange folgt, bis derselbe den andern Contact erreicht; oft aber löst man zu diesem Zwecke den (zweiarmigen) Hebel in zwei von einander getrennte Hebel auf, indem man nach der Skizze Fig. 302 das von *d* nach *c* hin liegende Stück *d i* von *T* als einarmigen Hebel in der in Fig. 301 gezeichneten Einschaltung belässt, das von *d* nach *a* hin liegende Stück dagegen durch einen (ein- oder zweiarmigen) Hebel *h* ersetzt, welcher mit *a* oder gleich unmittelbar mit dem einen Pole der Stromquelle *B* leitend verbunden ist und *d i* von dem Contacte c abzuheben hat; in beiden Fällen muss man einen vorübergehenden kurzen Schluss der Stromquelle *B* mit in den Kauf nehmen.

Wird eine nicht durch ihre blosse Einschaltung in die Leitung Strom gebende Elekricitätsquelle verwendet (z. B. ein Magnetinductor für gleichgerichtete Ströme; vgl. Handbuch, 4, 12), so kann dieselbe ohne weiteres in die Leitung eingeschaltet werden, und der Sender fällt dann mit dem die Elektricitätsquelle thätig machenden Theile



(z. B. der Kurbel des Inductors) zusammen. Bequemer wird es jedoch auch hier in der Regel sein, die Schliessung der Leitung durch einen besondern Sender herbeizuführen; dabei kommt man dann wieder auf die Schaltung nach Fig. 300 und erreicht zugleich noch den Vortheil, dass nicht schon durch die Ingangsetzung des Stromerzeugers dessen Ströme in die Leitung eintreten können. In den Fällen aber, wo auch bei ruhendem Tasterhebel *T* die Leitung geschlossen gehalten, oder der Widerstand des Stromerzeugers während der Pausen im Telegraphiren aus der Leitung ausgeschaltet werden soll, kann bei solchen Stromerzeugern mit Vortheil von der Schaltung nach Fig. 303 Gebrauch gemacht werden, bei welcher der ruhende Tasterhebel *T* den Stromerzeuger *B* über *n*, *d*, *c* und *x* kurz schliesst.

V. **Der Geber in Arbeitsstromschaltung für Ströme von zweierlei Richtung.** Soll mit einfachen Strömen von verschiedener Richtung telegraphirt werden, so kann man diese Ströme zwei verschiedenen Stromquellen entnehmen, oder einer und derselben Stromquelle[9]); das letztere

[9]) Ein Wechselstromerzeuger, z. B. ein Magnetinductor, lässt sich so einrichten, dass

wird meist vorgezogen, weil es die Beschaffung einer zweiten Stromquelle entbehrlich macht. In beiden Fällen müssen mittels des Senders 3 verschiedene Stromzustände hergestellt werden können, da durch die im Ruhezustande stromlose Leitung zur Hervorbringung der Zeichen bald ein positiver Strom, bald ein negativer geschickt werden muss.

Bei Anwendung zweier getrennter Stromquellen wird sich der Geber und seine Schaltung als eine Verdopplung der in IV. vorgeführten Geber erweisen: er wird zwei getrennte Hebel T_1 und T_2, Fig. 304, enthalten, deren Schaltung Fig. 300 oder Fig. 301 entspricht. So lange nun, wie in Fig. 300, in den Pausen die Leitung $L L'$ offen sein darf, kann auch ganz die Schaltung in Fig. 300 nachgeahmt werden, d. h. von n ein Draht nach den Axen d_1 und d_2 der Tasterhebel zugleich abgeführt werden, ebenso gut können natürlich auch die beiden Taster T_1 und T_2 hinter einander in den Leitungszweig L aufgenommen werden, wie es Fig. 304 zeigt. Soll dagegen — etwa weil mehrere gebende Aemter in die Leitung aufgenommen werden sollen — in den Pausen die Leitung

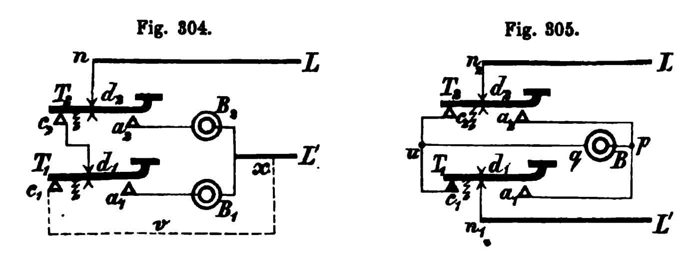


Fig. 304. Fig. 305.

$L L'$ geschlossen sein, so müssen, zur Verhütung von Kurzschliessung der Stromquelle B_1 bez. B_2 beim Niederdrücken von T_1 bez. T_2, die Hebel T_1 und T_2 nach Fig. 304 hintereinander in die Leitung geschaltet werden, wobei in der Ruhelage beider durch den von c_1 nach x zu führenden, in Fig. 304 bloss punktirt angegebenen Draht v die Leitung geschlossen erhalten wird, während beim Niederdrücken von T_1 die Stromquelle B_1 einen Strom der einen Richtung, beim Niederdrücken von T_2 aber B_2 einen Strom der andern Richtung in die während des Ruhezustandes stromlose Linie entsendet.

Auch bei Anwendung einer einzigen Stromquelle kann der Sender aus zwei von einander unabhängigen Hebeln bestehen, aber in einer von den Schaltungen in IV. abweichenden Schaltung. Wie Fig. 305 zeigt sind jetzt die beiden Leitungszweige L und L' und die beiden

er einen Strom von unveränderter Richtung liefert (vgl. Handbuch, 4, 13), und kann dann im obigen Sinne als eine Stromquelle benutzt werden; als zwei Stromquellen wäre er anzusehen, wenn er so eingerichtet würde, dass er nach Verlangen einen Strom der einen oder der andern Richtung liefern kann.

Pole p und q der Stromquelle B ganz symmetrisch an die beiden Hebel T_1 und T_2 des Senders zu legen[10]). Ruhen beide Hebel, so stellt zugleich der Draht u eine Schliessung der Leitung her. Wird T_1 auf a_1 niedergedrückt, so legt er den (positiven) Pol p der Stromquelle B an L', den (negativen) Pol q an L. Wird endlich T_2 auf a_2 niedergedrückt, so kommt der Pol p an L zu liegen, q hingegen an L'.

Bei Anwendung einer einzigen Stromquelle kann jedoch auch ein Doppelhebel verwendet werden, dessen beide stets (gemeinschaftlich zu bewegende) Hebel an der Axe mit je einem Pole der Stromquelle verbunden werden; dieser Doppelhebel muss aber, weil der Strom bald in der einen, bald in der andern Richtung, bald gar nicht zu entsenden ist, drei verschiedene Lagen annehmen können; jedem der beiden verbundenen Hebel müssen dann zwei Contacte gegenüberstehen, die paarweise übers Kreuz unter sich und mit je einem Leitungszweige zu verbinden sind; in der Ruhelage darf der Doppelhebel keinen der vier Contacte berühren, wird aber in der Regel doch die Leitung geschlossen halten sollen, wozu noch zwei weitere Contacte nothwendig werden. Obwohl eine solche eigentlich vier oder noch mehr Hebel enthaltende Anordnung vom rein theoretischen Standpunkte unnöthig verwickelt erscheint, so lässt sie sich doch in übrigens ganz zweckmässiger Weise ausführen, wie die Figuren 91 und 64 auf S. 200 und 173 des 1. Bandes zeigen; noch gedrängter wird die Ausführung bei Umkehrung der Anordnung (vgl. Handbuch, 1, 184), sowie bei Benutzung von Schleiffedern zum Contactmachen (vgl. Handbuch, 1, 175).

VI. **Der Geber in Differenzstromschaltung.** Die Mittel zur Hervorbringung der beim Telegraphiren mit Differenzstrom nöthigen Aenderungen der im Ruhezustande in der Leitung vorhandenen Stromstärke giebt uns das Ohmsche Gesetz an die Hand; ihre Anwendung wird indessen dadurch ein wenig erschwert, dass der Uebergang von der einen Stromstärke zur andern nicht von einer völligen Unterbrechung des Stromes d. h. der Leitung begleitet sein soll. Daher sind denn auch, obgleich bezüglich der Erscheinungen im Geber das Telegraphiren mit Differenzstrom einerseits dem Telegraphiren mit Arbeitsstrom, andererseits dem mit Ruhestrom an die Seite gestellt werden kann, die Schaltungen nach Fig. 297 bis 301 nicht verwendbar. Die Schaltung nach Fig. 301 würde zulässig werden, wenn man — etwa durch Anwendung federnder Contacte; vgl. IV. — die Einrichtung des Tasters T dahin abändern wollte, dass der Contact bei c nicht früher unterbrochen wird als der Contact bei a hergestellt ist, und umgekehrt; je nachdem

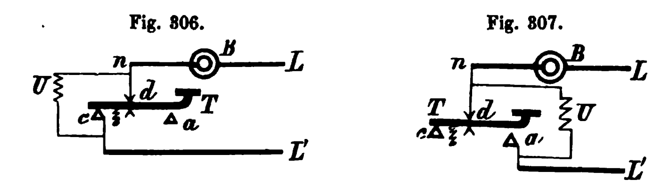
[10]) Eine wegen der unnöthig grossen Anzahl der vorhandenen Contacte unzweckmässigere Verwendung der beiden Hebel ist im 1. Bd. S. 188 beschrieben.



dann die beständig Strom gebende (§. 20, I.) Stromquelle *B* mit der sonst noch in der Leitung thätigen gleichsinnig oder ungleichsinnig geschaltet ist, würde man durch das Niederdrücken des Tasterhebels auf *a* eine Verstärkung oder Schwächung des während des Ruhezustandes herrschenden Stromes herbeiführen. Ganz das Nämliche liesse sich erreichen, wenn man den Stromerzeuger *B* aus dem Drahte *x a* herausnähme und in den Draht *x v c* verlegte.

In beiden Fällen — und nicht minder bei einer Schaltung nach Fig. 302 — wird bei jedem Uebergange des Tasters aus einer Lage in die andere die Stromquelle *B* vorübergehend kurz geschlossen werden, und noch länger dauernde Kurzschliessungen treten auf, wenn man ohne Anwendung federnder Contacte die Stromstärkenänderungen durch Hinzufügung oder Beseitigung von Stromquellen bewirken will[11]). Die hierbei eintretende nutzlose stärkere Abnutzung der Stromquellen lässt sich umgehen, wenn man die Stromstärkenänderungen durch die von diesem Gesichtspunkte aus zweckmässigere Ein- und Ausschaltung bez. Kurz-

Fig. 306. Fig. 307.



schliessung von Widerständen bewirkt. Die Schaltungsskizzen (Fig. 306 und 307) stimmen übrigens in beiden Fällen äusserlich überein.

Beim Telegraphiren mit Stromverstärkung müsste in Fig. 306 unter *U* eine mit dem Stromerzeuger *B* gleichsinnig eingeschaltete Stromquelle verstanden werden, welche bei ruhendem Taster *T* über *c* und *d* kurz geschlossen ist, durch das Niederdrücken des Tasterhebels dagegen in die Leitung *L L'* eingeschaltet wird. In Fig. 307 hingegen müsste *U* einen Widerstand von entsprechender Grösse oder eine dem Stromerzeuger *B* entgegenarbeitende, an Stärke aber hinter *B* zurückbleibende Stromquelle sein, welche durch das Niederdrücken des Tasters *T* in kurzen Schluss gebracht und dadurch unwirksam gemacht werden.

---

[11]) Es ist hierbei wegen der Grösse des Widerstandes in der Leitung stets eine Hintereinanderschaltung der beiden Stromquellen zur Verwendung gekommen. Könnte man zur Parallelschaltung greifen, so bliebe man auch von jeder nutzlosen Kurzschliessung verschont; die Schaltung dazu wäre aus Fig. 297 und 300 ganz leicht zu entwickeln: man hätte nur von *x* in Fig. 297 nach *L'*, in Fig. 300 dagegen nach *L* einen Draht zu ziehen und in denselben diejenige Stromquelle zu legen, welche im Ruhezustande thätig sein und von *B* verstärkt bez. geschwächt werden soll.

Zum Telegraphiren mit Stromschwächung müsste in Fig. 306 bei *U* ein Widerstand, oder eine dem Stromerzeuger *B* gegensinnige, *B* an Stärke nachstehende Stromquelle vorhanden sein, welche erst beim Niederdrücken des Tasters *T* aus dem kurzen Schlusse gebracht und so wirksam gemacht werden. Umgekehrt müsste in Fig. 307 bei *U* eine mit *B* in gleichem Sinne thätige Stromquelle eingeschaltet sein, welche der auf dem Contacte *a* ankommende Tasterhebel *T* kurz schliesst und damit unwirksam macht.

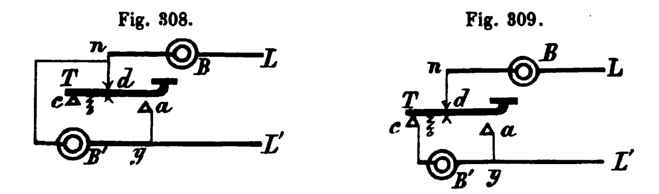
In beiden Fällen bleibt im gebenden Amte die Leitung im Sender beständig geschlossen, desshalb steht dabei auch der Aufnahme mehrerer gebender Aemter in die Leitung nichts entgegen.

VII. **Der Geber in Gegenstromschaltung.** Bei der Schaltung auf Gegenstrom ist im Gegensatze zu der Arbeitsstromschaltung (IV.) die Stromlosigkeit der Leitung im Ruhezustande die Folge des Vorhandenseins zweier entgegengesetzt wirkender gleich starker Stromquellen in der Leitung. Der Sender muss also in seiner Ruhelage die Leitung geschlossen halten oder darf sie doch nicht unterbrechen, und stellt hiernach seinerseits der Aufnahme mehrerer telegraphirender Aemter in die Leitung kein Hinderniss entgegen. Auch eine Unterbrechung der Leitung beim Uebergange des Senders aus einer Lage in die andere ist hier unbedenklich; denn sie verlängert nur die Zeiten der Stromlosigkeit der Leitung. Hinsichtlich der Erscheinungen und Vorgänge beim Telegraphiren tritt hier aber eine grössere Mannigfaltigkeit auf, weil zunächst zu unterscheiden ist, ob sich an der gebenden Stelle eine der beiden Stromquellen befindet oder nicht, und weil ferner in diesen beiden Fällen entweder die eine Stromquelle bloss unwirksam gemacht, oder der Sinn ihrer Wirkung umgekehrt werden kann. Bei Umkehrung der Wirkung der einen Stromquelle würden die beiden gleichen Stromquellen nur halb so kräftig zu sein brauchen, wie sie sein müssten, wenn die eine bloss unthätig gemacht würde.

Handelt es sich darum an dem Orte, wo die eine Stromquelle sich befindet, diese Stromquelle unthätig zu machen, so kann der Sender und die Schaltung nach Fig. 308 gewählt werden, welche wesentlich der Schaltung nach Fig. 307 gleicht, in welcher jedoch *B'* eine mit *B* an Stärke übereinstimmende, aber entgegengesetzt wirkende Stromquelle sein müsste. Wegen des in ihr nicht vorhandenen kurzen Schlusses der Stromquelle *B'* bei auf *a* liegendem Hebel *T* wäre aber die Schaltung nach Fig. 309 vorzuziehen; hier entfernt der Senderhebel *T* beim Niederdrücken zuerst die Stromquelle *B'* aus der Leitung und stellt darauf bei seiner Ankunft auf dem Contacte *a* über *d*, *a*, *y* eine neue Schliessung der Leitung *L L'* bloss für die Stromquelle *B* her, und zwar nach vorhergegangener vorübergehender Leitungsunterbrechung.



Beide Schaltungen sind auch noch zulässig, wenn der Sender T sich nicht an demselben Orte mit B' befindet; man hätte sich dann in Fig. 308 und 309 nur $n\,B'\,y$ bez. $n\,d\,c\,B'\,y$ als eine nach dem Aufstellungsorte der Stromquelle B' führende Schleife der Gesammtleitung $L\,L'$ vorzustellen, welche in beiden Fällen von T aus in zwei Schleifen oder Zweige zerfällt. Die Wirkung der beiden Schaltungen würde indessen verschieden sein. In Fig. 309 schliesst der auf dem Contact a liegende Senderhebel nur den Leitungszweig $L\,B\,n\,d\,a\,y\,L'$, und nur in diesem wird telegraphirt. In Fig. 308 dagegen schliesst der auf a ankommende Hebel T beide Stromzweige $L\,B\,n\,d\,a\,y\,L'$ und $B'\,n\,d\,a\,y\,B'$; in jedem Leitungszweige liegt eine Stromquelle, und jede Stromquelle sendet Zweigströme in jeden Leitungszweig; weil jedoch der Widerstand von $n\,d\,a\,y$ gegen den der beiden Leitungszweige nahezu verschwindend sein wird, so wird auch in jedem Leitungszweige der Stromzweig der



in ihm liegenden Stromquelle überwiegen und somit in beide Stromzweige telegraphirt werden.

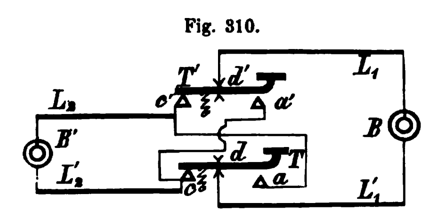
Wenn beim Telegraphiren der Sinn, in welchem die eine Stromquelle wirkt, umgekehrt werden soll, so ist dazu ein Doppeltaster (T, T') erforderlich. In Fig. 310 ist derselbe so gezeichnet, als ob er sich an einem Orte[12]) befände, wo keine der beiden gleichen und entgegengesetzt wirkenden Stromquellen B und B' aufgestellt ist. Die Schaltung bleibt aber genau dieselbe, wenn B oder B' an denselben Ort versetzt wird, wo sich T, T' befindet; natürlich würde dann nur die Leitungsschleife $L_1 L_1'$ oder $L_2 L_2'$ zu einem bloss localen Verbindungsdrahte zusammenschrumpfen. Werden die beiden verbundenen Hebel T und T' des Doppeltasters zugleich auf a und a' niedergedrückt, so wird der von T, T' nach B' hin liegende Theil $L_2 L_2'$ der Leitung in veränderter Weise an den nach B hin liegenden Theil $L_1 L_1'$ angeschlossen und dadurch B' mit B gleichsinnig eingeschaltet, so dass nun der Strom

[12]) Dass bei einer solchen Gegenstromschaltung auch von Zwischenämtern aus telegraphirt werden kann, sofern beide Leitungszweige $L_1\,L_2$ und $L_1\,L_2$ Drahtleitungen sind, auf die Mitbenutzung der Erde als Rückleiter also verzichtet wird, und dass dabei zugleich auch die aus der Ungleichheit der Länge und der Widerstände der Leitung entspringenden Schwierigkeiten wegfallen, darauf hat L. Kohlfürst in der Elektrotechnischen Zeitschrift, 1888, S. 170 hingewiesen. — Vgl. übrigens Handbuch, 4, §. 25, V. —

beider vereinigt in dem Stromkreise $B L_1 d' a' c L_2 B' L_2' c' a d L_1' B$ wirksam wird.

Wird in einer Gegenstromleitung von verschiedenen Stellen aus telegraphirt, so tauchen Schwierigkeiten auf, welche theils den Aenderungen in der Stromrichtung, theils einem Wechsel in dem Widerstande der Leitung oder deren Zweigen entspringen. Denken wir uns in Fig. 308, 309 und 310 auch an einer andern Stelle der Leitung einen Sender eingeschaltet, welcher die Stromquelle *B* in ganz gleicher Weise schliesst, wie *T*, bez. *T* und *T'* die Stromquelle *B'*, so wird der Strom in der Leitung beim Niederdrücken der Hebel der beiden Sender verschiedene Richtung haben, weil er in dem einen Falle der Quelle *B*, im andern der Quelle *B'* entstammt. Befindet sich ferner *T* in Fig. 309 an einer zwischen den Aufstellungsorten von *B* und *B'* gelegenen Stelle, so schliesst er beim Niederdrücken *B* in einem um so kürzeren Leitungstheile, je näher er an *B* liegt; diesem Uebelstande könnte man leicht dadurch abhelfen, dass man in den Stromweg *a y* einen Widerstand aufnimmt, welcher dem Widerstande des durch Niederdrücken des Tasters *T* ausgeschalteten Leitungstheiles *dcB'y* gleicht.

Fig. 310.



In Fig. 308 schliesst der Taster *T* beim Niederdrücken sogar zwei Leitungstheile von einer mit seinem Aufstellungsorte wechselnden Länge; es würde daher eine Ausgleichung nur durch eine Auflösung des Drahtes *nd* in zwei Drähte von verschiedenen, den zu ersetzenden Widerständen angepasstem Widerständen herbeizuführen sein; dabei müsste der Sender zugleich so eingerichtet werden, dass er beim Niederdrücken die beiden bei *n* aneinander stossenden Leitungsschleifen trennt[13]). In Fig. 310 endlich bleibt zwar der Widerstand der Leitung unverändert, weil dieselbe stets als ungetheiltes Ganzes benutzt wird, allein die Stromrichtung im Empfänger ist eine andere, je nachdem der Doppeltaster *T*, *T'* von ihm aus nach *B'* oder nach *B* hin liegt.

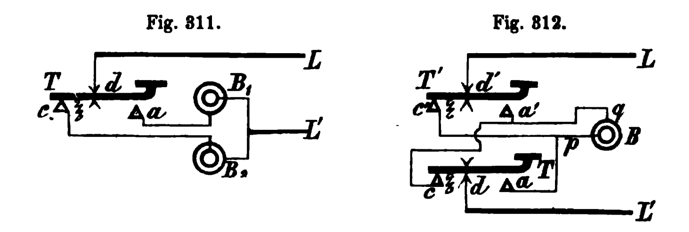
VIII. **Der Geber für das Telegraphiren mit dauernden Wechselströmen.** Zu einer Schaltung für das Telegraphiren mit dauernden Wechselströmen kann man zunächst aus den schon besprochenen Schal-

[13]) Wie es der im 4. Bd. auf S. 288 in Fig. 196 abgebildete Taster *T* thut, an dessen Stelle auch ein gewöhnlicher Morsetaster — bei welchem zwischen Tasteraxe und Ruhecontact *c* die Differenz der beiden Widerstände, zwischen Arbeitscontact *a* und Erde dagegen der kleinere der beiden Widerstände einzuschalten wäre — gesetzt werden könnte, wenn man auf die Ausschaltung des Relais *R* bei niedergedrücktem Taster verzichten, also das Mitlesen der eigenen Zeichen gestatten wollte.

tungen für Differenzstrom (VI.) und für Gegenstrom (VII.) gelangen, wenn man in denselben die Stärkenverhältnisse der ohne weiteres Strom liefernden Stromquellen entsprechend wählt. Wird nämlich in Fig. 308 und 309 die Stromquelle B' doppelt so stark genommen als B, so durchlaufen in den beiden Lagen des Tasters T Ströme von gleicher Stärke aber von entgegengesetzter Richtung die Leitung. Dasselbe würde auch bei der Schaltung nach Fig. 306 und 307 geschehen, wenn in denselben U Stromquellen bedeuten, welche der Leitung einen Strom von doppelt so grosser Stärke wie B, aber von entgegengesetzter Richtung zuführten. Auch die Schaltung nach Fig. 310 würde ein Telegraphiren mit dauernden Wechselströmen ermöglichen, wenn die Stromquelle B einfach beseitigt würde; denn man käme dadurch zu einer Schaltung, welche mit Fig. 312 übereinstimmt.

Dasselbe Ziel lässt sich schon mit zwei Stromquellen B_1 und B_2 von gleicher Stärke erreichen, wenn dieselben mittels eines einfachen Tasterhebels T nach Fig. 311 so in die Leitung $L\,L'$ gelegt werden, dass bei

Fig. 311. Fig. 312.



ruhendem Taster B_2, bei arbeitendem aber B_1 Strom giebt, der letztere aber dem ersteren entgegengesetzt gerichtet ist.

Ja, selbst einer einzigen Stromquelle B, Fig. 312, können die dauernden Wechselströme entnommen werden, wenn man mit Hilfe eines Doppeltasters $T\,T'$ die Einschaltung derselben in verschiedenem Sinne ermöglicht. Bei ruhendem Doppeltaster liegt B mit dem Pole p über c' und d' an L, mit dem Pole q aber über c und d an L'; durch das gleichzeitige Niederdrücken der beiden Hebel T und T' wird p über a mit d und q über a' mit d' verbunden, die Stromrichtung also umgekehrt[14]). Vgl. Anm. 9 S. 370.

Der Umkehrung der Stromrichtung geht in Fig. 311 und 312 eine vorübergehende Unterbrechung der Leitung voraus, wenn die vier Contacte

[14]) In Fig. 312 thut der Doppeltaster T, T' mit der in seinem Amte befindlichen Batterie B ganz das Nämliche, was in Fig. 310 der Doppeltaster T, T' mit der entfernt von ihm aufgestellten Batterie B' thut. Das Uebereinstimmende und die Unterschiede in diesen beiden Schaltungsweisen sind übrigens leicht aufzufinden.



a, *a'*, *c*, *c'* nicht federnd gemacht werden; diese Leitungsunterbrechung während des Schwebens des Doppeltasters ist in der Regel ungefährlich, weil der Empfänger für Stromunterbrechungen unempfänglich zu sein pflegt.

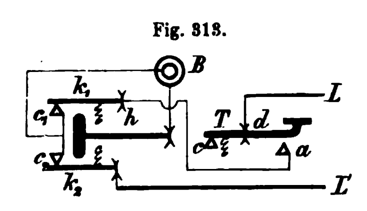
Bei sämmtlichen Schaltungen muss jedes in die Leitung aufzunehmende telegraphirende Amt seine eigenen Stromquellen erhalten.

IX. **Der Geber für das Telegraphiren mit flüchtigen Wechselströmen** wechselt in seiner Aufgabe und Einrichtung mit der Art der verwendeten Stromquelle. Am einfachsten ist es, wenn elektroelektrische oder magnetoelektrische Ströme verwendet und mittels Handbewegung erzeugt werden; hier kann der Geber ganz auf den den inducirenden Localstrom schliessenden, bez. auf den den Strom-erregenden Magnet bewegenden Hebel beschränkt bleiben, wenn man es nicht vorzieht, erst im Augenblick der Erzeugung der Linienströme die Leitung denselben zu eröffnen (vgl. Handbuch, **1**, 456 und 457); hier ist ja die zeitliche Entfernung der beiden zu einem Paar gehörigen Ströme in die Hand des jenen Hebel Bewegenden gelegt.

Liefert dagegen eine Maschine in fortlaufender Folge die Wechselströme, so hat der Geber, wenn zwischen den im Empfänger wirksam werdenden Strömen verschieden lange Pausen oder Zeiträume liegen müssen, die Dauer dieser Zeiträume abzumessen und nur zu geeigneter Zeit die Entstehung der Ströme oder doch deren Eintritt in die Leitung zu gestatten; es kann dies mittels eines einfachen Hebels in der Schaltung nach Fig. 300 oder 301 geschehen, doch wird dessen Bewegung in Zusammenhang mit dem Gange der Maschine zu bringen sein, d. h. mit der Entstehungszeiten der Ströme (vgl. z. B. Handbuch, **1**, 520).

Sollen endlich flüchtige Wechselströme einer Stromquelle entnommen werden, welche beständig einen Strom von unveränderlicher Richtung liefert, so würde der in Fig. 312 abgebildete Doppeltaster nur verwendbar werden, wenn man ihm als Ruhelage nicht die gezeichnete giebt, sondern eine solche Lage, bei welcher er auf keinem Paar der Contacte aufliegt. Eine dazu ganz bequeme Tasterform[15]) und Schaltung ist in Fig. 313 skizzirt.

Fig. 313.



Die beiden auf den Contacten c_1 und c_2 liegenden Hebel k_1 und k_2 halten den Stromweg von *a* nach *L'* geschlossen, so dass die Schlies-

[15]) Angewendet wurde dieselbe in fast derselben Weise für Signalzwecke von Siemens und Halske in ihrem deutschen Patente, No. 18 890, vom 16. Oktober 1881; vgl. Dinglers Journal, **249**, 66. Als Stromwender wurde sie u. a. von G. Smith benutzt; vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, **1880**, 242; **1881**, 283.



sung der Leitung LL' beim Niederdrücken des Hebels T auf den Contact a bewirkt wird. Der Hebel h ist in seiner Ruhelage gezeichnet und wird — am bequemsten durch eine Maschine — aus dieser in regelmässigem Wechsel, jedoch ohne Beschränkung bezüglich der Zeit des Verharrens in der Ruhelage, nach oben und nach unten bewegt, gleich darauf aber in seine Ruhelage zurückgeführt[16]. Bei der Bewegung nach oben hebt h mit seinem hammerartig verdickten Ende den Hebel k_1 vom Contacte c_1 ab und schaltet die Stromquelle B in die Leitung ein; bei der Bewegung nach unten hebt h den Hebel k_2 vom Contacte c_2 ab und schaltet wiederum B in die Leitung LL' ein, jedoch jetzt in entgegengesetztem Sinne wie früher.

X. **Die Zahl der Contactstellen im Geber.** Wie schon in II. ausgesprochen wurde, hat jeder Geber seiner Bestimmung gemäss zum Zwecke der Zeichengebung gewisse Aenderungen in den in ihm vorhandenen Stromwegen zu bewirken. Die Zahl der Contactstellen im Geber, d. h. der Stellen an denen beim Telegraphiren bisher bestandene Stromwege unterbrochen oder neue hergestellt werden, ist aber in den verschiedenen in III. bis IX. betrachteten Fällen sehr verschieden. Mit der nöthigen Anzahl der Contactstellen hängt aber die grössere oder geringere Einfachheit des Gebers innig zusammen, und desshalb wird es nicht überflüssig sein, die Geber für die verschiedenen Schaltungsweisen noch nach der Zahl der in ihnen vorhandenen Contactstellen zu gruppiren. Da nun in mehreren Fällen die Zahl der Contactstellen im Geber wächst, wenn nicht bloss von einem Amte aus, sondern von mehreren in derselben Leitung gelegenen Aemtern aus telegraphirt werden soll, so wird eine Trennung dieser beiden Fälle für die Gruppirung nothwendig.

1. Liegt bloss **ein gebendes Amt** in der Leitung, so enthält der Geber:

   A. keine Contactstelle:

   a) bei Arbeitsstromschaltung für Ströme von einerlei Richtung (IV.), welche einer nicht schon bei ihrer Einschaltung Strom gebenden Elektricitätsquelle entnommen werden, und

   b) beim Telegraphiren mit flüchtigen Wechselströmen (IX.), welche einer ebensolchen Quelle entstammen;

   B. eine Contactstelle:

   a) bei gewöhnlichem Ruhestrom (III.; vgl. Fig. 297) und

   b) bei amerikanischem Ruhestrom (III.; vgl. Fig. 298), in beiden

[16]) Bliebe h einfach an k_1 bez. k_2 liegen, ohne in die Mittellage zurückgeführt zu werden, so würde die Tasteranordnung dauernde Wechselströme liefern; die Dauer jedes einzelnen Stromes gliche dabei der Zeit des Verharrens von h an k_1 und k_2.

Fällen sowohl wenn die ohne weiteres Strom gebende Elektricitätsquelle durch Unterbrechung, wie wenn sie durch Kurzschliessung unwirksam gemacht wird;

c) bei Arbeitsstromschaltung für Ströme von einerlei Richtung (IV.); vgl. Fig. 300;

d) bei Differenzstromschaltung (VI.) bei länger dauernder Kurzschliessung von Widerständen oder Stromquellen; vgl. Fig. 306 und 307;

e) bei Gegenstromschaltung (VII.) unter Zulassung von Kurzschliessung der einen unthätig zu machenden Stromquelle; Fig. 308;

f) bei den Schaltungen für dauernde Wechselströme (VIII.), welche aus den unter *d*) und *e*) aufgeführten Schaltungen abgeleitet sind;

g) beim Telegraphiren mit von einer Maschine gelieferten flüchtigen Wechselströmen (IX.);

C. zwei Contactstellen:

a) bei Arbeitsstromschaltung für Ströme von zweierlei Richtung (V.) bei Anwendung zweier verschiedener Stromquellen; vgl. Fig. 304;

b) bei Differenzstromschaltung (VI.) nach Fig. 301 unter Anwendung federnder Contacte, oder nach Fig. 302;

c) bei Gegenstromschaltung (VII.), wenn die Kurzschliessung der einen, unthätig zu machenden Stromquelle verhütet werden soll (Fig. 309);

d) beim Telegraphiren mit dauernden Wechselströmen (VIII.), welche zwei verschiedenen Stromquellen entnommen werden; vgl. Fig. 311;

D. vier Contactstellen:

a) bei Arbeitsstromschaltung für Ströme von zweierlei Richtung (V.), wenn dieselben von einer einzigen Stromquelle geliefert werden sollen, mag ein Doppelhebel, oder mögen zwei getrennte Hebel (Fig. 305) als Geber benutzt werden;

b) bei Gegenstromschaltung (VII.), wenn die eine Stromquelle im Sinn ihrer Wirkung umgekehrt werden soll; vgl. Fig. 310;

c) und

d) beim Arbeiten mit von einer einzigen Stromquelle zu entnehmenden Wechselströmen (IX. und X.); vgl. Fig. 312 und 313.

2. Liegen mehrere gebende Aemter in der Leitung, so darf kein Geber in seiner Ruhelage die Leitung unterbrechen; der Geber enthält dann:



A. eine Contactstelle:

a) und *b*) bei gewöhnlichem und amerikanischem Ruhestrom (III.; 1. *A*, *a* und *b*); vgl. Fig. 297 und 298;

c) bei Differenzstromschaltung (VI.) bei langer dauernder Kurzschliessung von Widerständen oder Stromquellen; vgl. Fig. 306 und 307;

d) bei Gegenstromschaltung (VII.) unter Zulassung von Kurzschliessung der einen, unthätig zu machenden Stromquelle; vgl. Fig. 308;

B. zwei Contactstellen:

a) bei Arbeitsstromschaltung für Ströme von einerlei Richtung (IV.); Fig. 301, 302 und 303;

b) bei Differenzstromschaltung (VI.) nach Fig. 301 unter Anwendung federnder Contacte zur Verhütung längerer Kurzschliessungen;

c) bei Gegenstromschaltung (VII.), wenn die Kurzschliessung der unthätig zu machenden Stromquellen nicht gestattet ist; vgl. Fig. 309;

C. drei Contactstellen:

a) bei Gegenstromschaltung nach Fig. 308, wenn in die beiden Leitungsstromzweige Ersatzwiderstände von verschiedener Grösse eingeschaltet werden sollen;

D. vier Contactstellen:

a) bei Arbeitsstromschaltung für Ströme von zweierlei Richtung (V.) unter Anwendung zweier Stromquellen; vgl. Fig. 304;

b) bei Arbeitsstromquellen für Ströme von zweierlei Richtung (V.) unter Anwendung einer einzigen Stromquelle und zweier Hebel in dem nach Fig. 305 einzuschaltenden Geber;

c) bei Gegenstromschaltung (VII.), wenn die eine Stromquelle im Sinne ihrer Wirkung umgekehrt werden soll; vgl. Fig. 310;

E. sechs Contactstellen:

bei Arbeitsstrom für Ströme von zweierlei Richtung (V.), wenn dieselben der nämlichen Stromquelle entnommen werden unter Anwendung eines Doppelhebels; vgl. 1. *D.*, *a*).

XI. **Mitlesen der eigenen Zeichen.** Nur unter aussergewöhnlichen Umständen wird ein Telegraphenamt bloss zum Absenden von Telegrammen eingerichtet werden, in der Regel muss es auch Telegramme empfangen können und dazu mit geeigneten Empfangsapparaten ausgerüstet werden. Dabei werden aber weiter nicht besondere Leitungen fürs Empfangen und fürs Geben benutzt (wie dies u. a. in Fig. 58 auf S. 143 des 1. Bandes und in Fig. 6 auf S. 10 des 4. Bandes der

Fall ist), sondern auf derselben Leitung werden nach Bedarf Telegramme bald gegeben, bald empfangen. Daher ist denn in die in III. bis IX. besprochenen Schaltungen auch der Empfänger noch mit einzufügen. Hierbei wird jedoch nicht immer in gleicher Weise verfahren. Denn in einigen Fällen ist es erwünscht, mitunter sogar fast unerlässlich, dass die in dem empfangenden Amte hervorgebrachten Zeichen auch in dem gebenden Amt erscheinen, dass also letzteres das beförderte Telegramm selbst mitlesen kann. In andern Fällen dagegen hält man das Erscheinen der eigenen Zeichen im gebenden Amte nicht bloss für entbehrlich, sondern sogar für eine ermüdende Störung des telegraphirenden Beamten in seiner Arbeit.

Wo man die in die Leitung gesendeten eigenen Zeichen mitlesen will, geschieht dies in der Regel auf eben demselben Empfänger, auf welchem die ankommenden Telegramme abgelesen werden; in manchen Fällen jedoch trägt man der Verschiedenheit in der Stärke der abgehenden und ankommenden Ströme dadurch Rechnung, dass man für die abgesendeten und für die einlangenden Telegramme verschiedene Empfänger (bez. Relais) aufstellt.

Nicht immer lassen sich aber diese verschiedenen Wünsche einfach durch Einsetzen des Empfängers oder der Empfänger in solche Theile der Leitung erfüllen, welche je nach Bedarf den zur Zeichengebung nöthigen Stromzustandsänderungen in der Leitung entweder entzogen oder mit unterworfen sind; mitunter müsste man namentlich zur Unterdrückung der eigenen Zeichen besondere Vorkehrungen treffen (vgl. z. B. Handbuch, 1, §. 25, IV.).

Sehr bequem bezüglich der Anforderungen an die Einschaltung des Empfängers ist die Schaltung für Arbeitsströme von einerlei Richtung nach Fig. 301 oder 302: ein in den Draht v eingeschalteter Empfänger giebt bloss die ankommenden Zeichen, ein zwischen a und x liegender bloss die fortgehenden Zeichen, ein in die Leitungszweige $d\,n\,L$ und $x\,L'$ verlegter endlich die ankommenden ebenso gut wie die abgesandten. Auch die Schaltung nach Fig. 303, worin B eine nicht ohne weiteres Strom liefernde Elektricitätsquelle war (vgl. S. 370), bietet die nämliche Bequemlichkeit; desgleichen die Gegenstromschaltung nach Fig. 309. Minder günstig sind die Schaltungen nach Fig. 304 und 305 für Arbeitsströme von zweierlei Richtung, und als noch spröder erweisen sich die Schaltungen auf Ruhestrom und auf Differenzstrom, sowie die Wechselstromschaltungen mit Ausnahme der in IX. behandelten. Wollte man z. B. in Fig. 297 den eigenen Empfänger der durch Niederdrücken des Tasters T auf a herbeigeführten Unterbrechung der Leitung entziehen, so müsste man gleichzeitig etwa eine andere Stromquelle, oder auch B selbst, bez. bloss einen Theil von B neu durch den Em-

pfänger hindurch schliessen. In Fig. 311 und 312 aber würde sich ein Ausschalten der Stromquellen in den Zeiten, wo nicht telegraphirt wird, empfehlen.

§. 22.

Der Fernsprecher.

I. **Betriebsweise.** In dem allgemeinen Telegraphenbetriebe haben Fernsprecher bis jetzt nur bei der deutschen Reichs-Telegraphenverwaltung Eingang gefunden[1]), in deren Leitungsnetze eine grosse Anzahl von Telegraphenämtern vorhanden sind, welche blos auf den Fernsprechbetrieb eingerichtet sind. In diesen kleineren, mit Postanstalten vereinigten Telegraphenämtern des Reichs-Postamts wickelt sich der Verkehr mit dem telegraphirenden Publikum in ganz der nämlichen Weise wie in den übrigen Telegraphenämtern ab, d. h. das Publikum überliefert seine Telegramme — thunlichst gleich auf ein Annahme-Formular niedergeschrieben — dem Amte persönlich, oder es schickt sie brieflich, oder durch Vermittelung eines Telegraphenboten oder Landbriefträgers ein, die telegraphische Beförderung aber erfolgt dann — im Gegensatze zu den Vorgängen bei den städtischen Fernsprechanlagen, deren Besprechung im 5. Bande in kurzem folgen wird, — durch einen Beamten. Jedes dieser Telegraphenämter bildet in Bezug auf seinen telegraphischen Verkehr zunächst eine Zweigstelle eines ihm als Ueberweisungsamt dienenden Telegraphenamtes, das nicht blos mit Fernsprechern, sondern auch mit Morsetelegraphen ausgerüstet und mit beiden in das Telegraphennetz eingefügt ist. An dieses Ueberweisungsamt setzen die mit ihm verbundenen Telegraphenämter für Fernsprechbetrieb allein — welche zur Unterscheidung von dem Vermittelungsamte im Nachfolgenden kurz als Fernsprechämter bezeichnet werden mögen — telephonisch alle Telegramme ab, welche an andere Telegraphenämter weiter zu geben sind, und von ihm empfangen sie umgekehrt in gleicher Weise die ihnen zugedachten von anderen Telegraphenämtern ausgehenden Telegramme. Zwei in dieselbe Telegraphenleitung eingeschaltete und mit demselben Ueberweisungsamte verbundene Fernsprechämter dagegen tauschen ihre Telegramme mittels des Fernsprechers aus.

Beim Geben eines Telegramms mittels des Fernsprechers ist als Ersatz der sonst gebräuchlichen Trennungszeichen zwischen dem Eingange des Telegramms und der Adresse das Wort „Adresse", zwischen Adresse und Text das Wort „Text" und betreffenden Falls zwischen

[1]) „Die erste Fernsprechleitung zur Vermittelung von Telegrammen wurde am 12. November 1877 zwischen Rummelsburg und Friedrischsberg bei Berlin errichtet." Vergl. Die Geschichte und Entwickelung des elektrischen Fernsprechers. Berlin 1880, S. 19.



Text und Unterschrift das Wort „Unterschrift“ einzufügen und durch besondere Betonung von den übrigen, im empfangende Amte niederzuschreibenden Wörtern zu trennen. Nach dem Geben von 4 bis 6 Wörtern hat der gebende Beamte eine etwas grössere Pause zu machen, um dem nehmenden Zeit zum Niederschreiben zu lassen; der nehmende leitet dann die Fortsetzung durch das Wort „weiter“ ein. Eigennamen und sonst schwerer zu fassende Wörter sind erst in gewöhnlicher Weise auszusprechen, darauf noch zu buchstabiren, und — falls nöthig — die einzelnen Buchstaben mittels ihrer Rangnummer im *ABC* auszudrücken. In Ziffern geschriebene Zahlen werden erst wörtlich ausgesprochen, und darauf werden ihre einzelnen Ziffern noch nach einander genannt. Nach erfolgter Niederschrift giebt der nehmende Beamte sofort das ganze Telegramm in schnellerer Sprechweise zurück, spricht dabei jedoch zweifelhafte Stellen langsamer. Nach Beendigung dieser Vergleichung spricht der Nehmende: „Richtig“. Am Ende der Beförderung eines Telegramms sagt der gebende Beamte „Schluss“, und der nehmende antwortet: „Verstanden“.

Bei jeder anderen, gesprächsweisen Benutzung des Fernsprechers hat jeder Sprechende den Schluss seiner Mittheiluug durch das Wort „Antwort“ anzudeuten. Die Beendigung der Unterredung zeigt das Wort „Schluss“ an.

II. **Einschaltung in die Leitungen.** Die Fernsprechämter sind theils in besondere, nur für Fernsprechbetrieb bestimmte Telegraphenleitungen eingeschaltet, theils in Morseleitungen, und im letztern Falle bald in solche Leitungen, welche mit Ruhestrom, bald in solche, welche mit Arbeitsstrom (vgl. §. 20, IV.) betrieben werden. Hiernach und ausserdem nach dem Umstande, ob ausser dem Ueberweisungsamte nur ein Fernsprechamt oder deren mehrere in derselben Leitung liegen, richtet sich die Ausrüstung und die Schaltungsweise der Fernsprechämter. Die Verbindung der Fernsprechämter mit ihrem Ueberweisungsamte durch besondere Leitungen wird immer allgemeiner angestrebt.

Zur Erzielung möglichst starker Lautwirkung ist darauf zu halten, dass bei sämmtlichen unmittelbar mit einander sprechenden Aemtern Fernsprecher verwendet werden, deren Multiplicationsrollen nahezu gleiche Umwindungszahl und nahezu gleichen Widerstand besitzen.

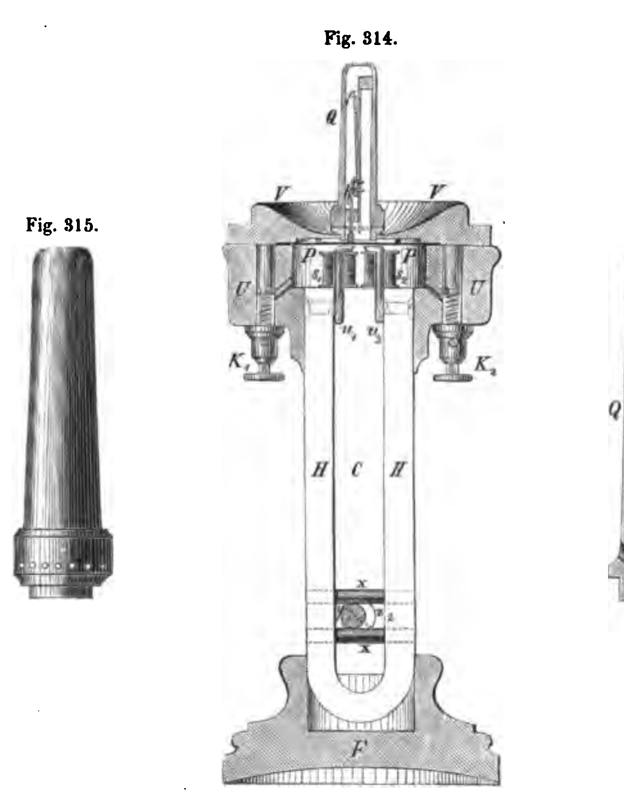
III. **Der Fernsprecher.** In den Fernsprechämtern werden sowohl zum Sprechen, wie zum Hören ausschliesslich Fernsprecher mit Hufeisenmagnet von Siemens und Halske benutzt. Zur Verwendung kamen dieselben anfänglich in der bereits im 4. Bande S. 318 besprochenen Form, bei welcher der Hufeisenmagnet *H*, Fig. 314 (in ½ natürlicher Grösse), in einer passenden Holzfassung *C* untergebracht und mit Fuss *F* versehen war, die Klemmen *K* für die Zuleitungsdrähte aber von

der Seite her (vgl. Handbuch, **4**, S. 319) in der Holzfassung befestigt waren. In die Oeffnung des Mundstücks *V* wird die in Fig. 315 in reichlich halber Grösse besonders abgebildete, zum Rufen zu benutzende kleine Zungenpfeife *Q* in den aufrecht stehenden Fernsprecher so eingesteckt, dass der gestielte Metallkörper *k* die schwingende Platte *P* berührt (vgl. auch XIII.). Die Stellung der Polschuhe *u* gegen *P* wurde mittels des excentrisch auf seinen in die Holzfassung *C* eingelassenen, dickeren Köpfen *z* sitzenden Eisenstabes *y* regulirt, indem derselbe mit

Fig. 314.

Fig. 315.

Fig. 316.



Hilfe eines Schraubenziehers zwischen den beiden dünneren, in die Schenkel von *H* eingeschraubten Stäbchen *x* gedreht wurde. Bald darauf wurde der Magnet *H* zum Schutz gegen das Rosten ganz von der Holzfassung *C* umschlossen, die auf S. 319 des **4**. Bandes beschriebene Einrichtung der Klemmen *K* beibehalten, dieselben aber am Fusse *F* angebracht; auch wurde der Fernsprecher noch etwas vergrössert, so dass seine Höhe 20 cm, der Durchmesser des Mundstückes 11,5 cm betrug.

Bei den jetzt benutzten Fernsprechern (vgl. auch V.) von denen Fig. 317 die äussere Ansicht bietet und Fig. 318 einen Durchschnitt zeigt, ist an Stelle der Holzfassung ein aus Messingblech hergestelltes Gehäuse getreten. Den mittleren Theil desselben bildet ein Rohr *R*, das mit dünnem Leder überkleidet ist. Der geschweifte Fusstheil *F* des Gehäuses ist an das Rohr *R* angelöthet, übergreift aber dessen unteres Ende um ein ziemliches Stück; unten sind in den Fuss *F* vier Metallklötzchen *i* eingelöthet, auf welche durch vier Schrauben mit versenkten Köpfen die Bodenplatte *B* aufgeschraubt wird. An seinem

Fig. 317.

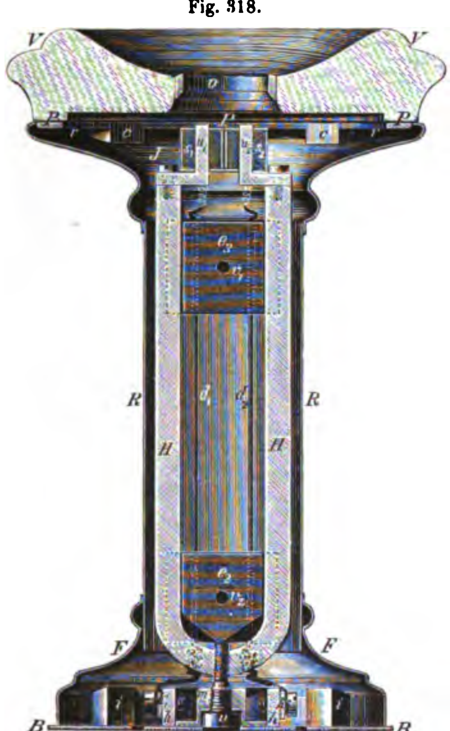


oberen Ende ist das Rohr *R* an den Kropf *J* angelöthet, in dessen Mündung ein Messingring *r* eingesetzt und verlöthet ist; der Ring *r* besitzt fünf Ansätze *c*, mit denen er ebenfalls auf den Kropf *J* aufgelöthet ist; durch diese fünf Ansätze aber greifen fünf Messingschrauben hindurch, deren Muttern in das aus polirtem Nussbaumholz gefertigte Mundstück *V* eingelassen sind. Die Oeffnung *o* in der Mitte des Mundstücks ist mit einem Messingringe ausgefüttert. Zwischen dem Ringe *r* und dem Mundstücke *V* liegt die fast 10 cm im Durchmesser haltende,

0,5 mm dicke Platte oder Membran *P* aus gut verzinntem Eisenblech, welche an den fünf Stellen, wo die durch die Ansätze *c* gehenden Schrauben sich befinden, am Rande halbkreisförmig ein wenig ausgenommen ist. Die Pfeife, welche, wie Fig. 316 im Schnitt sehen lässt, nur unbedeutende Aenderungen erfahren hat, ist mittels einer Schnur an dem Mundstück *V* befestigt. Luftlöcher sind bloss in der Pfeife und laufen von aussen nach innen etwas nach unten zu.

Die Polschuhe *u* aus flachem Eisen sind jetzt L-förmig und mittels je zweier Stahlschrauben auf die Enden des aus Wolframstahl herge-

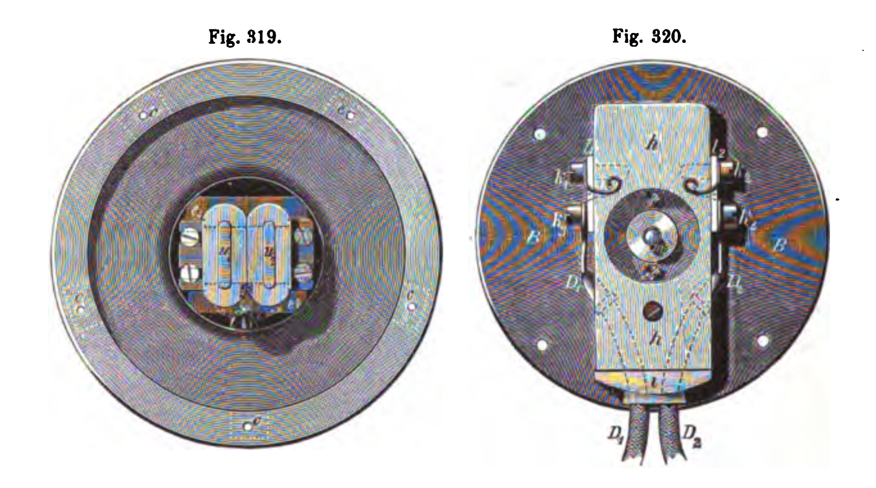
Fig. 318.



stellten, gut gehärteten Hufeisenmagnets *H* aufgeschraubt; da die Schrauben durch Schlitze in den wagrechten Theilen der Polschuhe hindurchgreifen, wie dies deutlich aus Fig. 319, dem Grundrisse des Fernsprechers bei abgenommenem Mundstück und Platte, hervorgeht, so können die beiden Polschuhe sammt den sie umgebenden Drahtrollen s_1 und s_2 von elliptischem Querschnitt einander ganz nahe gebracht werden. Diese beiden flachen Spulen sind mit 0,1 mm dickem, einfach mit weisser Seide besponnenen Kupferdraht bewickelt und haben

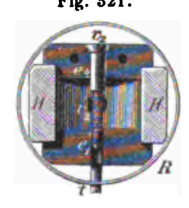
zusammen ungefähr 200 S. E. Widerstand; die Wickelungen werden oben und unten durch zwei Scheiben aus Neusilberblech begrenzt, welche auf die Polschuhe u_1 und u_2 aufgelöthet sind. Die beiden Rollen s sind so gewickelt, dass derselbe Strom beide Pole u_1 und u_2 zugleich entweder verstärkt, oder schwächt. Das eine (vordere) Paar der Enden des Bewickelungsdrahtes ist zu kleinen Röllchen gerollt und zusammengelöthet; das andere Paar derselben ist nach unten geführt und an die oberen Enden der 1 mm dicken, mit Baumwolle umsponnenen Kupferdrähte d_1 und d_2 angelöthet; unten sind die Drähte d_1 und d_2 durch zwei Schrauben k_1 und

Fig. 319. Fig. 320.



k_2 an zwei kleinen Metallplatten l_1 und l_2 befestigt, welche an die Seiten des auf die Bodenplatte B aufgeschraubten Holzklötzchens h, Fig. 318 und 320, angeschraubt sind; an eben diesen Platten l_1 und l_2 sind durch zwei andere Schrauben k_3 und k_4 noch die Enden der Zuführungsdrähte der Leitungsschnuren D_1, D_2 festgemacht, welche zunächst durch Löcher in dem Klötzchen h, dann durch die Oeffnung eines an h angeschraubten Porcellanplättchens i gehen und endlich durch ein Loch in dem Gehäusefusse F (Fig. 317) austreten. Die Drähte d_1 und d_2 sind zugleich durch die beiden in Fig. 318, 319 und 321 hinten liegenden e_2 und e_3 der vier Ebonitstücken e_1, e_2, e_3 und e_4 hindurchgeführt, welche paarweise durch je eine Schraube v_1 bez. v_2 auf die Schenkel des Magnetes H festgeklemmt sind. Die untern beiden Ebonitstücke e_1 und e_2 sind an dem zwischen die Schenkel von H tretenden innern Theile unten zugeschärft, damit sie leicht in den Bug des

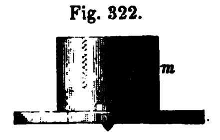
Fig. 321.



Hufeisens eintreten können. In Fig. 323, der Rückansicht des vordern Ebonitstückes e_1, ist dies deutlicher zu sehen; das obere grössere Loch in e_1 ist für die Schraube v_2, in das untere kleinere wird der gleich zu erwähnende Stift *t* eingeschraubt.

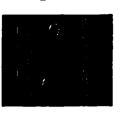
Das Holzklötzchen *h* enthält unter dem Buge des Hufeisens *H* ein kreisrundes Loch, innerhalb dessen die messingne Schraubenmutter m, Fig. 318, 320 und 322 mit zwei Schrauben auf die Bodenplatte *B* aufgeschraubt ist. Die Mutter *m* hat ein linkes Gewinde, zu welchem das ebenfalls linke Gewinde am untern Theile der stählernen Stellschraube *n* passt; mit dem rechten Gewinde an ihrem obern, etwas schwächeren Theile greift die Schraube *n* in ein Muttergewinde im Bug des Elektromagnetes ein. Wird nun mittels eines in den Schlitz im Kopfe der Schraube *n* eingesetzten Schraubenschlüssels die Schraube nach rechts herum gedreht, so schraubt sie sich nach unten zu aus der Mutter *m* heraus, gleichzeitig aber auch in den Magnet *H*, dessen Drehung ein durch einen Schlitz in dem unteren Ende des Rohres *R* hindurch in das Ebonitstück e_1 eingeschraubter Stift *t* verhindert, hinein und entfernt dadurch bei jeder Umdrehung die Polschuhe *u* des Magnetes H von der Platte *P* um die Summe der Ganghöhen beider Schrauben.

Fig. 322.



Zur Bequemlichkeit für die den Magnet *H* gegen die Platte *P* einstellende Person ist um das Loch in der Bodenplatte *B*, durch welches der Kopf der Stellschraube *n* zugänglich ist, ein Pfeil in der Richtung rechts herum eingravirt und diesem das Wort „ab" beigesetzt, während ein auf dem Kopfe der Schraube *n* normal zu deren Einschnitt angebrachter Markirstrich leicht die Grösse der bewirkten Drehung der Schraube erkennen lässt. Die Grenze der Drehung der Schraube *n* geben zwei Striche in dem Rande des Lochs der Bodenplatte *B* an. Die Anwendung der Doppelschraube *n* macht die Stellvorrichtung empfindlicher, als sie bei Anwendung einer gewöhnlichen Schraube sein würde.

Fig. 323.



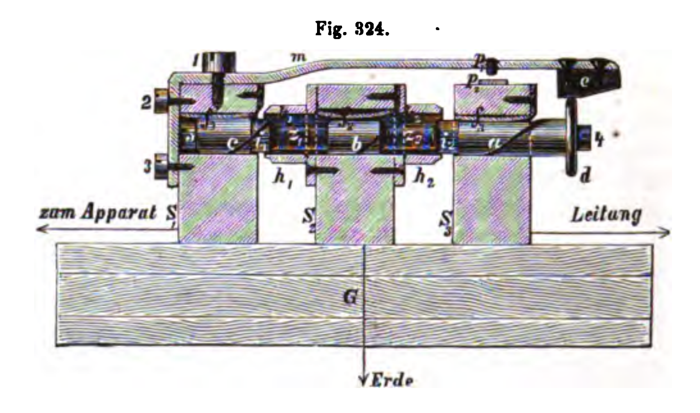
Da endlich, wo die Leitungsdrähte D_1 und D_2 aus dem Gehäusefusse heraustreten, sind auf der Bodenplatte *B* die Buchstaben *K* (bei D_1) und *Z* (bei D_2) eingravirt, damit bei Einschaltung des Fernsprechers in eine mit galvanischen Strömen betriebene Telegraphenleitung der Kupferpol der Batterie bei *K* an D_1 und ihr Zinkpol bei *Z* an D_2 gelegt werde, wobei dann der Strom den Magnetismus des Hufeisens *H* und seiner Polschuhe *u* nicht schwächt, sondern verstärkt.

Beim Sprechen soll der Fernsprecher etwa 10 bis 20 cm vom Munde entfernt gehalten werden, während er beim Hören dicht ans Ohr

zu halten ist, und zwar am besten von zwei in denselben Stromkreis eingeschalteten Fernsprechern der eine ans linke und der andere gleichzeitig an das rechte Ohr.

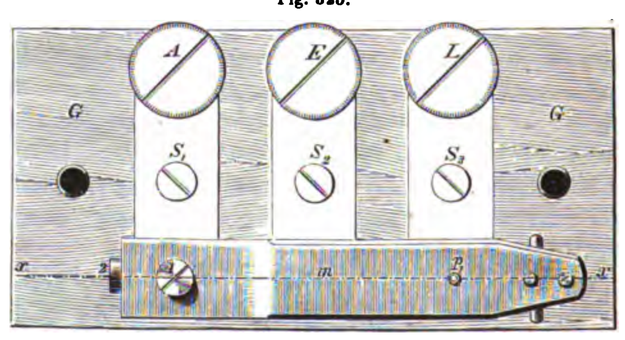
Wenn sich die Empfindlichkeit eines Fernsprechers während des Gebrauchs durch Rostbildung auf der Eisenplatte P vermindert hat — was bei guter und starker Verzinnung derselben nur selten eintreten

Fig. 324.



wird —, so ist das Mundstück V abzuschrauben und die Platte P dann abzunehmen und gründlich zu reinigen. Dabei darf aber zur Verhütung von Verbiegungen die Platte, welche ja von den Magnetpolen festge-

Fig. 325.



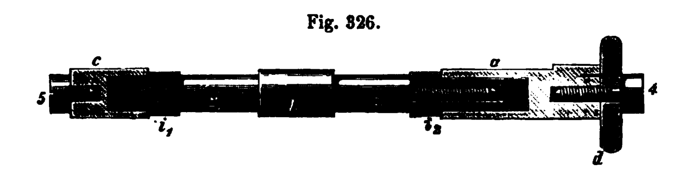
halten wird, nicht mit Gewalt von dem Ringe r losgerissen werden, sondern sie muss vorsichtig seitwärts geschoben werden. Auch ist die Platte beim Reinigen auf eine möglichst ebene und feste Unterlage zu legen, damit sie dabei keine Beulen oder Ausbauchungen annimmt. Werden an der Aussenfläche des Mundstücks V und des Kropfes J Merkstriche angebracht, so lassen sich dieselben beim Wiederzusam-

men setzen leicht wieder in ihre ursprüngliche Lage gegen einander bringen.

IV. **Der Spindelblitzableiter.** Die für Fernsprechbetrieb eingerichteten Telegraphenämter erhalten als Ausrüstung ausser den Fernsprechern noch gewöhnliche Plattenblitzableiter und Spindelblitzableiter, bei Bedarf auch Umschalter. Von diesen Nebenapparaten mögen hier gleich die Spindelblitzableiter eingehender beschrieben werden, wogegen die Besprechung der Umschalter und Plattenblitzableiter dem später folgenden Abschnitte über die Nebenapparate vorbehalten bleibt.

Die zwischen Plattenblitzableiter und Fernsprecher einzuschaltenden Spindelblitzableiter sind ähnlichen, in der französischen Telegraphenverwaltung schon früher benutzten Blitzableitern[2]) nachgebildet. Die Einrichtung, welche sie durch den Vorsteher der Kaiserlichen Telegraphenwerkstatt in Berlin, E. Elsasser, im Jahre 1880 erhalten hatten, ist in Fig. 325 im Grundriss, in Fig. 324 im Längsschnitt nach der

Fig. 326.



Linie $x x$ dargestellt, während Fig. 326 noch die Spindel selbst im Schnitt zeigt[3]). Auf der 11,5 cm langen und 5,6 cm breiten, aus hartem Holz in dreifacher Lage hergestellten Grundplatte G ist jedes der drei winkelförmigen Messingstücke S_1, S_2, S_3 mittels einer Holzschraube und zwei Stellstiften befestigt. An den freien Enden ihrer auf der Grundplatte aufliegenden Schenkel werden die Zuleitungsdrähte nach dem Apparate, der Erde und der Leitung mittels der Klemmschrauben A, E und L befestigt. Die aufrecht stehenden Schenkel der gedachten Messingstücke nehmen in ihren Durchbohrungen die Spindel auf, welche darin durch eingesetzte und seitlich angeschraubte, rechtwinklig gebogene Blattfedern f_1, f_2, f_3 festgehalten wird.

Die Spindel, in Fig. 326 im Durchschnitt dargestellt, besteht aus den drei oben abgeflachten und von den Federn f_1, f_2, f_3 berührten Messingcylindern a, b, c, welche durch die Ebonithülsen i_1, i_2 mit einander zu einem Ganzen verbunden, gleichzeitig aber gegen einander isolirt sind. a und c tragen an ihrem äusseren Ende je eine kleine, mit 4 und 5 be-

---

[2]) Vgl. Du Moncel, Traité théorique et pratique de télégraphie electrique, Paris 1864, S. 509.

[3]) Vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, 1883, S. 203.

zeichnete Schraube; an ihrem inneren Ende sind sie zur Aufnahme der Ebonithülsen i_1 und i_2 entsprechend ausgebohrt. Das Metallstück b ist an seinen beiden Enden z_1 und z_2 zu zwei Zapfen von geringerem Durchmesser abgedreht und wird mit ihnen in die Ebonithülsen i_1 und i_2 eingeschraubt. Mit Seide besponnener Kupferdraht k_1, k_2, Fig. 324, von 0,1 mm Stärke umgiebt in dicht an einander liegenden Windungen die Zapfen z_1 und z_2 und ist auch in die spiralförmigen Nuten der drei Metallstücke a, b, c eingelegt. Das eine von der isolirenden Hülle befreite, blank geschabte Ende des Drahtes ist zwischen der mit einem Stellstifte versehenen Unterlegscheibe d und dem äusseren Ende des Metallstücks a mittels der Schraube 4 festgeklemmt; das andere Drahtende ist in gleicher Weise, jedoch unter Fortfall der Unterlegscheibe, an dem äusseren Ende des Metallstücks c befestigt; dieser Draht verbindet demnach a und c leitend mit einander, während er durch die Seidenumspinnung gegen b isolirt bleibt. Die Drahtwindungen auf den Zapfen z_1 und z_2 sind durch zwei an S_2 angebrachte Messinghülsen h_1 und h_2 gegen äussere Beschädigung geschützt.

An dem Messingstück S_1 ist ferner noch eine starke mit einem Platincontacte p_1 und einem vorn abgeschrägten Ebonitstück e versehene Messingfeder m mittels der Schrauben 1, 2, 3 befestigt. Dem Platincontacte p_1 gegenüber ist auf der oberen Seite des Messingstückes S_3 der Platincontact p_2 aufgelöthet. Die Contacte p_1 und p_2 berühren sich, wenn die Spindel aus den Bohrungen der Messingstücke S_1, S_2 und S_3 entfernt wird; bei eingesteckter Spindel dagegen wird die Messingfeder m durch Aufgleiten des Ebonitstückes e auf den oberen Rand der Unterlagscheibe d gehoben und p_1 und p_2 von einander entfernt. Ein aus der Leitung kommender Strom tritt bei L in den Spindelblitzableiter, gelangt über S_3, f_3, a und die Schraube 4 zu der Drahtumwickelung der Spindel, zur Schraube 5, gelangt durch f_1 und S_1 zur Klemmschraube A und zu den Umwindungen des Fernsprechers.

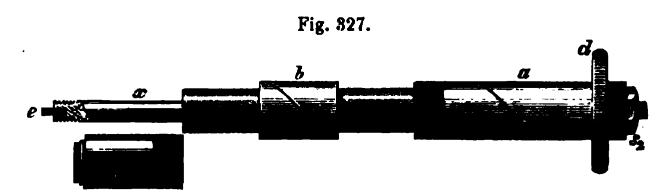
Starke Entladungsströme der atmosphärischen Elektricität werden die möglichst dünn gehaltene Umspinnung des Kupferdrahtes durchschlagen und unter Umständen den Draht selbst schmelzen. Die Enden des so zerstörten Drahtes treten dann in leitende Verbindung mit dem Zapfen z_1 bez. z_2 und stellen dadurch eine Verbindung der Leitung mit der Erde her.

Durch Einsetzen einer neuen Spindel lässt sich dann die beschädigte Schutzvorrichtung wieder in Stand setzen.

Um die Haltbarkeit der Spindel in diesen Blitzableitern zu erhöhen ist dieselbe in der aus Fig. 327 und 328 ersichtlichen Weise abgeändert worden. Auf den Stahlstift x ist zunächst der Messingcylinder b gelöthet, dessen dünnere Zapfen mit dem 0,2 mm dickem, mit

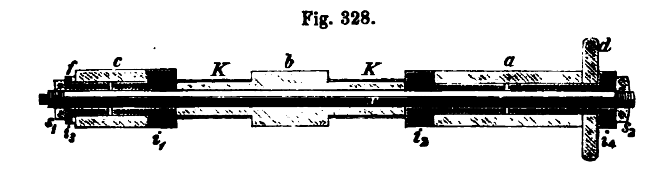
grüner Seide umsponnenen Kupferdraht K bewickelt sind. Die blossen Enden dieses Drahtes sind zwischen die Messingcylinder a und c und die Unterlegscheiben d und f geschoben und durch Anziehen der Schraubenmuttern s_2 und s_1 befestigt. In die mit entsprechend weiteren Bohrungen versehenen Messingcylinder a und c sind je zwei Ebonithülsen i_2 und i_4, i_1 und i_3 eingesteckt und werden ebenfalls beim Anziehen der Muttern s_2 und s_1 festgepresst. In das aus dem Cylinder c und der Mutter s_1 hervorragende Ende des Stahlstiftes x ist noch ein kleiner Ebonitstift e eingeschraubt, der die eingesteckte Spindel gegen das die Bohrung in S_1 verschliessende und nach unten gebogene Ende der Messingfeder m (Fig. 324 und 325) isolirt.

Fig. 327.



V. **Ein Fernsprechamt in einer besonderen Leitung.** Die an sich sehr einfache Einschaltung der Telegraphenämter mit Fernsprechbetrieb in die Leitungen (vgl. II.) mag im Anschluss an §. 20 und §. 21 enthaltenen Auseinandersetzungen allgemeinerer Natur gleich hier erörtert werden.

Fig. 328.



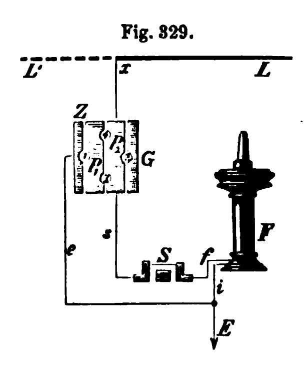
Am einfachsten gestaltet es sich, wenn in eine besondere, bloss für Fernsprechbetrieb benutzte Telegraphenleitung ausser dem Ueberweisungsamte nur ein einziges Fernsprechamt (vgl. I.) einzuschalten ist. In diesem Falle stimmen beide Aemter in ihrer Ausrüstung und Schaltungsweise ganz überein. Es wird nämlich in beiden von der Leitung L, Fig. 329, zunächst ein Draht nach der einen Platte P_2 eines Plattenblitzableiters Z geführt, dessen gegen P_1 und P_2 isolirte Grundplatte G durch den Draht e mit der Erde E in Verbindung steht. Von P_2 wird ferner ein Draht s nach der Leitungsschiene (S_3 in Fig. 324) des Spindelblitzableiters S geführt und endlich die Enden der beiden Leitungsschnuren (D_1 und D_2 in Fig. 320) mit der Apparatschiene (S_1) von S und mit der Erde E durch die Drähte f und i verbunden. Da-

durch ist ein zusammenhängender Stromweg $L\,x\,P_2\,s\,S\,f\,F\,i\,E$ hergestellt. Durch Einstecken eines Stöpsels in das Loch 2 des Plattenblitzableiters Z kann die Platte P_2 mit der Grundplatte G leitend verbunden und dadurch eine kurze Nebenschliessung zu dem Blitzableiter S und dem Fernsprecher F hergestellt werden, welche bei Gewittern einen weiteren Schutz für S und F gegen Beschädigung beschaffen könnte.

Für gewöhnlich sind die Fernsprecher mit eingesetzter Pfeife senkrecht stehend aufzustellen, beim Sprechen und Hören aber ist natürlich die Pfeife vom Fernsprecher zu entfernen.

In der jüngsten Zeit sind sogenannte Hilfs-Fernsprechstellen, in denen Privatpersonen den Dienst versehen, jedoch nicht beständig in unmittelbarer Nähe des Fernsprechers anwesend sind, ausser mit der Pfeife, womit sie selbst das Vermittelungsamt zu rufen haben, noch mit einem Rasselwecker ausgerüstet worden, mittels dessen sie vom Ueberweisungsamte gerufen werden. Ein Hebelumschalter schaltet dabei selbstthätig den Wecker oder den Fernsprecher in die Leitung ein. Der Fernsprecher wird dann mit einem Bügel versehen und mit diesem an dem hakenförmigen Ende c, Fig. 330, des auf dem Bock s gelagerten Hebels des Umschalters aufgehängt, so lange das Fernsprechamt nicht an einem Gespräche betheiligt ist; dabei liegt der Umschalterhebel an der Contactschraube r an und schaltet den Rasselwecker in die vom Ueberweisungsamte nach dem Endamte durchgehende Leitung ein, da der Wecker zwischen r und den nach dem Endamte führenden Leitungszweig eingefügt ist, während der vom Ueberweisungsamte kommende Leitungszweig an s geführt wird. Wird der Fernsprecher zum Sprechen, Hören, oder Rufen mittels der Pfeife von c abgenommen, so zieht die Spiralfeder f den Hebel auf den Contact a herab und schaltet dadurch den Wecker aus, den Fernsprecher dafür ein; da aber das eine Ende der Spulen des Fernsprechers an Erde gelegt, das andere Ende derselben an den Contact a geführt ist, so wird dabei der Fernsprecher bloss in den nach dem Ueberweisungsamte führenden Leitungszweig eingeschaltet. Fernsprecher und Wecker haben hierbei ganz die nämliche Einrichtung wie bei den in der 5. Abtheilung des vierten Theiles im 5. Bande zu beschreibenden städtischen Fernsprechanlagen des Reichs-Postamts.

Fig. 329.

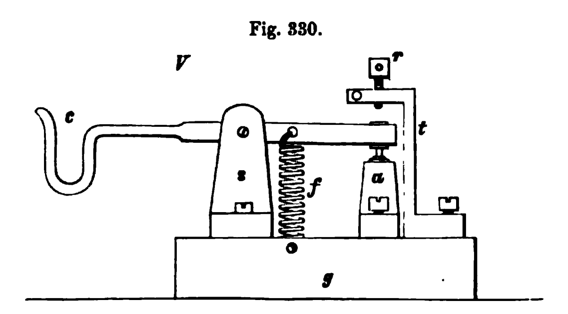


VI. **Mehrere Fernsprechämter in einer besonderen Leitung.** Sind ausser dem Ueberweisungsamte zwei oder mehr Fernsprechämter in die

nämliche bloss für Fernsprechbetrieb bestimmte Leitung aufzunehmen, so kann jedes der zwischen den beiden an den Enden der Leitung sich befindenden und in der in V. beschriebenen Weise einzuschaltenden Aemtern gelegene Amt auf zwei verschiedene Weisen in die Leitung eingefügt werden: entweder durch eine an die Leitung gelegte Zweigleitung, oder mittels gewöhnlicher Durchführung der Leitung durch das Amt.

Soll ein solches Zwischenamt mittels einer Zweigleitung an eine Leitung LL', Fig. 329, angeschlossen werden, so geschieht dies von dem Punkte x dieser Leitung in ganz gleicher Weise wie dies in V. schon unter Bezugnahme auf Fig. 329 unter Wegnahme des Leitungstheiles xL' für die Endämter angegeben worden ist. In dem Punkte x tritt dann stets, mag irgend welches der Aemter sprechen, eine Verzweigung der Telegraphirströme ein. Die Verständigung mittels der Fernsprecher er-

Fig. 330.



folgt bei dieser Schaltungsweise[4]) ganz tadellos, und es empfiehlt sich eine derartige Schaltung besonders bei Fernsprechämtern, welche ein Stück seitwärts von einer schon vorhandenen oder auf geraderem Wege zu führenden Leitung LL' liegen und dabei in diese nicht mittels einer Schleife eingefügt zu werden brauchen.

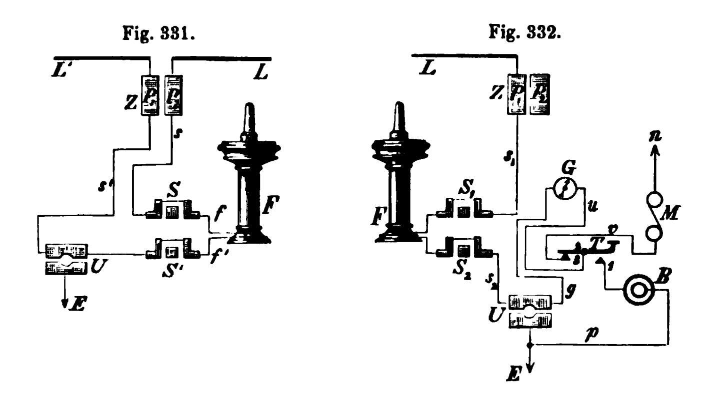
Ist dagegen ein Zwischenamt in eine durchgehende Leitung aufzunehmen, so wird der Fernsprecher F wie in Fig. 329 durch die Drähte f und s mit dem einen Spindelblitzableiter S und der Platte P_2 des Plattenblitzableiters Z und darauf bei x mit dem einen Leitungszweige L verbunden, das zweite Ende seiner Rollen dagegen nicht über i an Erde E gelegt, sondern in ganz ähnlicher Weise über einen zweiten Spindelblitzableiter und die zweite Platte P_1 in Z an den zweiten Leitungszweig L' (der natürlich jetzt nicht so, wie in Fig. 329, sich

[4]) Für Morsebetrieb hat sich diese Schaltung nur unter Beigabe besonderer Widerstände in den Aemtern als zulässig erwiesen, durch die Einschaltung solcher Widerstände wurde aber die Verständigung mittels der Fernsprecher wesentlich erschwert. Vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, 1880, S. 61.

bei x mit L verbindet). Die Schaltungsskizze würde demnach ganz der in Fig. 331 gleichen, wenn man sich in derselben den Umschalter U hinweggenommen denkt.

VII. **Fernsprechämter in Arbeitsstromlinien.** Ein Fernsprechamt, welches in eine Morseleitung LL' (Fig. 331) mit Arbeitsstrombetrieb aufgenommen wird, erhält nicht nur für jeden der von ihm ausgehenden Leitungszweige L und L' einen besonderen Spindelblitzableiter S und S', zwischen welche der Fernsprecher F mittels der Drähte f und f' eingeschaltet wird, sondern es wird auch jeder Leitungszweig über eine Platte P_1 bez. P_2 des Plattenblitzableiters Z mittels der Drähte s und s' an S und S' geführt. Ausserdem erhält das Fernsprechamt in dem nicht nach dem Ueberweisungsamte führenden Leitungszweige L' noch einen kleinen Umschalter U, dessen untere Schiene mit Erde E verbunden wird, während die obere in LL' liegt. In diesem Um-

Fig. 331. Fig. 332.



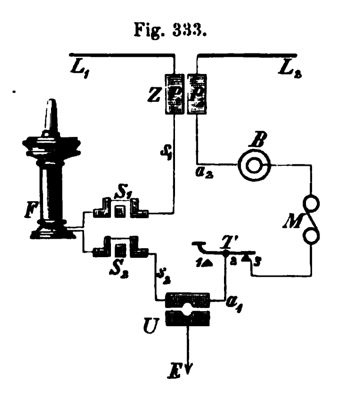
schalter U wird ein Stöpsel nicht eingesteckt, so lange das Fernsprechamt nicht an einem Gespräche betheiligt ist. Will das Fernsprechamt dagegen mit dem Ueberweisungsamte ein Gespräch führen, so steckt es den Stöpsel in U ein und legt dadurch L über P_2, S, F, S' und U an Erde E, schliesst sich also gegen den Leitungszweig L' hin ab.

Ganz ähnlich wird auch im Ueberweisungsamte der Fernsprecher F, Fig. 332, zwischen zwei Spindelblitzableiter S_1 und S_2 gelegt, von denen S_1 über s_1 und die Platte P_1 des Plattenblitzableiters Z mit der nach dem Fernsprechamte führenden Leitung L verbunden wird, während von S_2 wieder ein Draht s_2 zunächst nach dem Umschalter U geführt ist, damit das Ueberweisungsamt durch Einstecken eines Stöpsels in U ebenfalls die Leitung L unmittelbar an Erde legen kann. Für gewöhnlich ist dagegen der Stöpsel aus U herauszunehmen, und dann sind hinter U an L noch das Galvanoskop G, der Taster T und der Schreib-

apparat M in der gewöhnlichen Arbeitsstromschaltung (vgl. §. 21, IV. und XI.) angefügt. Von n läuft die Leitung weiter nach dem Umschalter[5]) oder zur Erde. Die Batterien B sämmtlicher Morseämter müssen natürlich so zwischen dem Arbeitscontacte 1 des Tasters T und der Erde E eingeschaltet werden, dass ihr Strom den Magnetismus der Pole des Hufeisens H in den Fernsprechern nicht schwächt (vgl. III.).

VIII. **Ein Fernsprechamt in einer Ruhestromleitung.** Auch wenn ein Fernsprechamt in eine mit Ruhestrom betriebene Morseleitung einzuschalten ist, bekommt es die soeben in Bezug auf Fig. 331 erläuterte Ausrüstung und Schaltung, natürlich ebenfalls unter Rücksichtnahme darauf, dass der Ruhestrom im Fernsprecher den Magnetismus verstärke. Die Einschaltung des Ueberweisungsamtes, das in Fig. 333 als ein Morse-Zwischenamt in der Leitung L_1 L_2 gedacht ist, in welcher

Fig. 333.



das Fernsprechamt in dem Zweige L_1 angenommen ist, erscheint etwas einfacher, als jene in Fig. 332. Wiederum wird in jedem der beiden Aemter in dem Umschalter U ein Stöpsel nur während der Dauer eines Gesprächs eingesteckt.

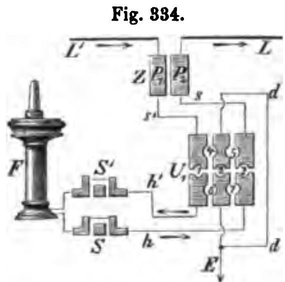
Wäre zu befürchten, dass das Herausnehmen des Stöpsels bei Beendigung des Gespräches vergessen und dadurch die rechts liegenden

5) Liefe die Leitung L von n aus noch nach anderen Morseämtern fort, und sollte das Ueberweisungsamt auch nach diesen telegraphiren können, so müsste es natürlich als Zwischenamt in die (für den Morsebetrieb als untheilbar aufgefasste) Leitung L eingeschaltet, also der zweite Batteriepol durch den Draht p nicht mit der Erde E, sondern mit n verbunden werden (vgl. auch Anm. 6 S. 399). Eine dabei etwa nöthig erscheinende Ersetzung des wegfallenden Widerstandes des Leitungszweiges L_1 durch Einschaltung eines künstlichen Widerstandes in L_2 liesse sich bei geringfügiger Abänderung des Umschalters U leicht ermöglichen; diese Forderung ist ja mit der in X. ganz gleichlautend.

Morseämter auf längere Zeit von den nach links liegenden abgetrennt werden könnten, so liesse sich dem hier und in anderen ähnlichen Fällen (vgl. VI.) leicht vorbeugen, indem man anstatt des Stöpselumschalters U den in Fig. 330 auf S. 395 abgebildeten Umschalter verwendete, oder auch einen verwandten, bei welchem der Fernsprecher nicht angehängt zu werden braucht, sondern die Umschaltung selbstthätig bei seinem Aufstellen auf einen (die Stelle des Umschalterhebels c in Figur 330 vertretenden) Teller, bez. bei seinem Abheben von diesem Teller besorgt.

IX. **Mehrere Fernsprechämter in einer Ruhestromleitung, jedoch auf derselben Seite des Ueberweisungsamtes.** Kommen in eine Morse-Ruhestromleitung mehrere Fernsprechämter zu liegen und zwar vom Ueberweisungsamte aus in den nämlichen Leitungszweig, so behält nicht nur das Ueberweisungsamt, sondern auch das von ihm entfernteste, äusserste Fernsprechamt die in VIII. angegebene Ausrüstung und Schaltung

Fig. 334.



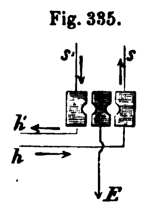
(Fig. 333 und 331). Die zwischen diesen beiden gelegenen Fernsprechämter dagegen erhalten an Stelle des Stöpselumschalters U einen grösseren Umschalter U_1, Fig. 334, mit sechs Schienen in zwei Reihen. Die beiden Mittelschienen desselben werden durch den Draht d unter sich und überdies mit der Erde E in Verbindung gesetzt. Die übrigen vier Schienen werden symmetrisch benutzt: von den oberen beiden werden Drähte s' und s nach den Blitzplatten P_1 und P_2 und an die beiden Leitungszweige L' und L geführt, zwischen die beiden unteren dagegen mittels der beiden Drähte h' und h die beiden Spindelblitzableiter S' und S, sowie der Fernsprecher F geschaltet. Während die Leitung LL' nicht für Fernsprechzwecke verwendet wird, stecken drei Stöpsel in den drei Löchern 1, 2 und 3 und stellen den ununterbrochenen, von der Erde E getrennten Stromweg $L'\,P_1\,s'\,1\,h'\,S'\,F\,S\,h\,3\,s\,P_2\,L$ her.

Tritt das Fernsprechamt in das Gespräch ein, so legt es den eben nicht zu benutzenden Leitungszweig kurz an Erde und schaltet den

Fernsprecher in den anderen Zweig ein; in beiden Fällen soll jedoch der Ruhestrom in dem Fernsprecher die durch Pfeile angedeutete Richtung behalten, bei welcher er den Magnetismus in demselben verstärkt. Will daher das Fernsprechamt mit einem andern in L liegenden Amte sprechen, so muss es die drei Stöpsel in die Löcher 3, 4 und 6 stecken. Der Strom aus L' geht dann über P_1, s', 4 und d unmittelbar zur Erde E, während der Telegraphirstrom jetzt aus E über 6, h', S' nach F und dann über S, h, 3, s und P_2 in den Leitungszweig L gelangt. Hat dagegen das Fernsprechamt mit einem anderen zu verkehren, das in L' liegt, so steckt es die drei Stöpsel in die Löcher 1, 5 und 7, damit der Telegraphirstrom nunmehr aus E über d, 5, s und P_2 in L eintreten kann, aus dem Zweige L' aber seinen Weg über P_1, s', 1, h', S' durch F und dann weiter nach S, h, 7 und E zu nehmen genöthigt wird.

Eine Vereinfachung der Schaltung unter Benutzung eines Umschalters mit bloss drei Schienen neben einander würde sich bei Anwendung der in Fig. 335 angegebenen, nach Fig. 334 leicht verständlichen Drahtführung herausstellen. Bei derselben wäre für gewöhnlich gar kein Stöpsel in den Umschalter einzustecken, dagegen während des Sprechens dem einen Zweige L bez. L' durch einen Stöpsel in das linke bez. rechte Loch des Umschalters der andere Zweig L' bez. L kurz an Erde E zu legen und zugleich für den Fernsprecher F einmal von h', das andere Mal aber von h aus eine Leitung zur Erde herzustellen.

Fig. 335.



X. Mehrere Fernsprechämter zu beiden Seiten des Ueberweisungsamtes in einer Ruhestromleitung. Liegen in einer Ruhestromleitung $L_1 L_2$ zu beiden Seiten des Ueberweisungsamtes Fernsprechämter, so erhält das Ueberweisungsamt zwei Umschalter U_1 und U_2, Fig. 336 auf S. 400. Mittels dieser beiden Umschalter U_1 und U_2 wird wesentlich die Erhaltung einer unveränderten und den sonst noch in $L_1 L_2$ vorhandenen Batterien nicht widerstreitenden, den Magnetismus in den Fernsprechern der Fernsprechämter verstärkenden Richtung des von der Batterie B des Ueberweisungsamtes in die Leitung $L_1 L_2$ entsendeten Stromes erstrebt. Die Morseapparate (Farbschreiber M und Taster T) werden nämlich dabei nebst der Batterie B [6]) mittels der Drähte a_1 und a_2 in ganz der nämlichen Weise wie in Fig. 333 eingefügt.

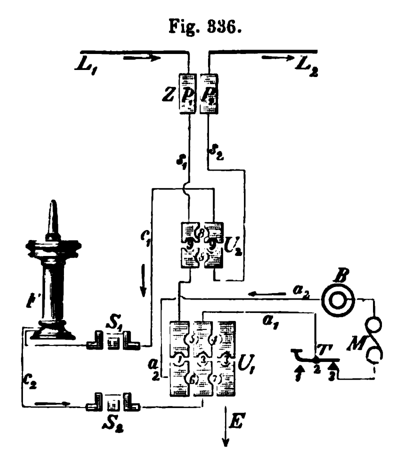
[6]) Wäre $L_1 L_2$ eine Arbeitsstromlinie, so liesse sich B überhaupt nicht von M und T trennen, müsste dann aber natürlich aus dem von M nach U_1 führenden Drahte a_2 herausgenommen und dafür mit dem jetzt mit M verbundenen Pole an den Arbeitscontact 1 des Tasters T gelegt werden und mit dem andern mit a_2 und der unteren linken Schiene in U_1 verbunden bleiben. Vgl. auch Anm. 5 auf S. 397.

Für gewöhnlich sind dabei für das Durchsprechen mit dem Morse fünf Stöpsel in die Löcher 1, 2, 3, 8 und 8 der Umschalter zu stecken; der Strom der Batterien findet dann einen ununterbrochenen Weg in der den Magnetismus in den Fernsprechern verstärkenden, durch Pfeile angedeuteten Richtung aus L_1 über P_1, s_1, 8, c_1, S_1 durch F und in c_2, S_2, 2, a_1, T, M, B, a_2 über 1 und 8 in U_1 und U_2 nach s_2, P_2 und L_2.

Will das Ueberweisungsamt im Leitungszweig L_1 den Fernsprecher F benutzen, so legt es den Zweig L_2 durch die Morseapparate an Erde. Dazu hat es in 1, 2, 7, 8 und 8 zu stöpseln. Dann treten die Ströme aus L_1 über P_1, s_1, 8 in U_2, c_1 und S_1 in den Fernsprecher F ein und gehen über c_2, S_2 und 7 zur Erde E; der Ruhestrom in L_2 kommt aus E über 7, 2, a_1, T, M, B, a_2, 1 und 8 nach s_2 und P_2.

Bei Stöpselung in 5, 6, 7, 9 und 9 hingegen geht der Strom der Telegraphirbatterien noch in der bisherigen Richtung aus L_1 über P_1,

Fig. 336.

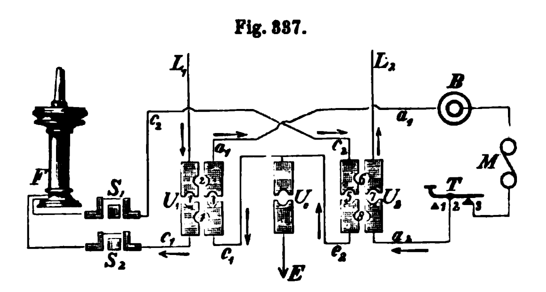


s_1, 9, 5 und a_1 durch T, M, B, und in a_2, 6 und 7 zur Erde E; in L_2 dagegen würde er aus E über 7, S_2, c_2, F, c_1, 9, s_2 und P_2 gelangen, dabei jedoch den Fernsprecher F des Ueberweisungsamtes in einer der Pfeilrichtung entgegengesetzten, den Magnetismus daher schwächenden Richtung durchlaufen.

Desshalb ist die Schaltung nach Fig. 336 rücksichtlich der Richtung und der polarisirenden Wirkung des Ruhestroms im Fernsprecher des Ueberweisungsamtes nur zu empfehlen, wenn in dem Leitungszweige L_2 jenseits des Ueberweisungsamtes sich nicht noch mit Batterien ausgerüstete Morseämter befinden. Ausserdem könnten wohl auch die Stärke und die magnetisirende Kraft des Ruhestromes in den drei verschiedenen Stöpselungsfällen noch eine besondere Berücksichtigung heischen.

Eine Umkehrung sowohl der Richtung, in welcher die den Morseapparaten M und T beigesellte Batterie B des Ueberweisungsamtes ihren Strom in die Leitungszweige entsendet, wie zugleich Umkehrungen der Batteriestromrichtung im Fernsprecher F des Ueberweisungsamtes lassen sich bei einer Schaltung der in Fig. 336 angedeuteten Apparate nach der aus Fig. 337 ersichtlichen, leicht auch auf Arbeitsstrom zu übertragenden (vgl. Anm. 6, S. 399) Weise verhüten. Das Ueberweisungsamt wäre darnach mit 3 Umschaltern U_0, U_1 und U_2 auszurüsten, doch könnten hier auch die beiden in 336 angegebenen Umschalter U_1 und U_2 Verwendung finden, wenn man z. B. U_1 und U_0 vereinigen wollte; überdies wäre die obere Schiene in U_0 zugleich mit den beiden zu ihr führenden Drähten e_1 und e_2 ganz überflüssig, wenn man die untere (Erd-)Schiene von U_0 nur so legen wollte, dass man sie bei Bedarf durch Stöpsel mit jeder der beiden ihr zunächst liegenden Schienen in U_1 und U_2 verbinden könnte. Für gewöhnlich ist in 1, 3, 5 und 7, oder in 2, 4, 6 und 8 zu stöpseln; in beiden Fällen läuft der Batteriestrom aus L_1.

Fig. 337.

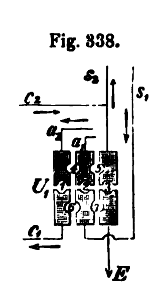


in L_2 in der durch die Pfeile angegebenen Richtung, in beiden Fällen auch durch den Fernsprecher F und den Morse M nacheinander, wenngleich in veränderter Aufeinanderfolge. Stöpselt man 1, 3, 5, 7 und U_0, so liegen beide Leitungszweige an Erde E und zwar L_2 durch a_1 und a_2 d. h. durch die Morseapparate M, T und B hindurch, L_1 dagegen durch c_1 und c_2, also durch den Fernsprecher F hindurch. Stöpselt man endlich in U_0 zugleich mit Stöpselung in 2, 4, 6 und 8, so liegen wiederum beide Zweige L_1 und L_2 an Erde E, jetzt ist indessen der Fernsprecher F über a_1 und a_2 in den Zweig L_2, der Morse M dagegen über c_1 und c_2 in L_1 eingeschaltet.

In einfachster Weise gestattet überdies die Schaltung nach Fig. 337 eine Kurzschliessung der einen oder der andern Apparatgruppe, oder auch beider zugleich, letzteres z. B. durch Stöpselung in 2, 3, 4, 5, 6 und 8. Liesse man dagegen die Stöpsel in 4 und 8 weg, so wären beide Apparatgruppen ausgeschaltet und die Linienzweige L_1 und L_2

über 2, 3, 5 und 6 unmittelbar mit einander verbunden und könnten dabei beide zugleich auch noch in dem Ueberweisungsamte an Erde E gelegt werden, wenn man nur noch einen Stöpsel in das Loch in U_0 einsetzt.

Fig. 338.



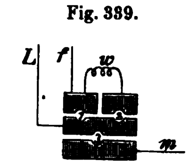
Wäre es statthaft, dass während der Benutzung des Fernsprechers in dem einen Leitungszweige der Morse und die Batterie des Ueberweisungsamtes ausgeschaltet und der andere Leitungszweig kurz an Erde gelegt würde, so könnte anstatt der Schaltung nach Fig. 336 die etwas einfachere und doch den Batteriestrom stets in derselben Richtung durch F sendende Schaltung nach Fig. 338 gewählt werden, welche ohne weiteres an sich leicht verständlich ist, weil sie sich in der Buchstabenbezeichnung ganz an Fig. 336 anschliesst. Für gewöhnlich wäre dabei in 1 und 2 zu stöpseln; das Einstecken der beiden Stöpsel in die Löcher 6 und 3, bez. 6 und 7 schaltet den Fernsprecher in den Zweig L_1 bez. L_2.

Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass es ja beim Ruhestrombetrieb (vgl. Anm. 6, S. 399) nicht unbedingt nöthig ist, dass in Fig. 336 die Batterie B zugleich mit dem Schreibapparate M und dem Taster T in den Stromweg a_1 a_2 gelegt wird, dass vielmehr in vielen Fällen so, wie dies sonst bei Morse-Trennämtern in Ruhestromleitungen zu geschehen pflegt, der eine Batterietheil in den Draht s_1, der andere in den Draht s_2 gleich hinter dem Blitzableiter Z eingeschaltet werden kann. Bei einer solchen Abtrennung der Batterie von den Morseapparaten würde dann aber auch gar kein Grund mehr vorhanden sein, zu erstreben, dass die Batteriestromrichtung in den Morseapparaten des Ueberweisungsamtes in den verschiedenen Stöpselungsfällen unverändert erhalten bleibe; desshalb könnte man dann die Einschaltungsstellen der Morseapparate und des Fernsprechers unbedenklich mit einander vertauschen, also M und T in Fig. 336 in den Stromweg c_1 c_2, den Fernsprecher F aber in den Stromweg a_1 a_2 legen und würde so zugleich erreichen, dass F von den Batterieströmen stets in der nämlichen, den Magnetismus verstärkenden Richtung durchlaufen wird und überdies in allen Fällen in unveränderter Stärke, sofern nur die Auflösung der Batterie B in die zwei in s_1 und s_2 zu verlegenden Theile in der beim Ruhestrombetriebe üblichen Weise den Widerständen der beiden Leitungszweige entsprechend vorgenommen wird.

XI. **Parallelschaltung des Fernsprechers und des Morse im Ueberweisungsamte.** Im Vorhergehenden ward immer vorausgesetzt, dass in dem Ueberweisungsamte der Fernsprecher und die Morseapparate hinter einander geschaltet würden, wie in Fig. 332 und 333; anstatt

dieser Schaltung ist mit gutem Erfolge auch die Parallelschaltung beider angewendet worden. Da indessen der Morse-Farbschreiber etwa 600, der Fernsprecher nur 200 S. E. Widerstand hat, so empfiehlt sich die Beigabe eines künstlichen Widerstandes w von 400 S. E. zum Fernsprecher, den man jedoch beim Fernsprechen ausschaltet. Dazu liesse sich der in Fig. 339 skizzirte Umschalter benutzen, indem man die Leitung L an die mittlere Schiene legt, von der untern Schiene aus einen Draht m durch die Morseapparate zur Erde, von der oberen linken Schiene aus einen Draht f durch den Fernsprecher zur Erde und einen zweiten durch den künstlichen Widerstand w nach der obern rechten Schiene führt. Für gewöhnlich wird in 2 und 3 gestöpselt und so zwei Stromzweige von gleichem Widerstande hergestellt. Beim Morse-Telegraphiren wird bloss in 3, beim Fernsprechen bloss in 1 gestöpselt.

Fig. 339.



XII. **Feststellung der Betriebsfähigkeit.** Behufs Feststellung der Betriebsfähigkeit der Apparate und Leitungen haben die in reine Fernsprechleitungen eingeschalteten Fernsprechämter sowohl beim Dienstbeginn als beim Dienstschluss sich bei dem zugehörigen Ueberweisungsamte zu melden. Bleibt der Anruf unbeantwortet, dann ist zunächst die Spindel aus dem Spindelblitzableiter herauszuziehen und darauf der Anruf zu wiederholen. Tritt jetzt Verständigung ein, dann ist sofort die Ueberweisung einer Ersatzspindel zu beantragen. Ist eine Verständigung auch nach Herausnahme der Spindel nicht zu erzielen, dann ist sofort und auf schnellstem Wege dem Ueberweisungsamte und der vorgesetzten Ober-Postdirection Anzeige zu machen.

Sind in ein und dieselbe reine Fernsprechleitung Fernsprechbetriebsstellen als Zwischenämter in durchgehender Leitung eingeschaltet, dann haben die Fernsprechämter einer solchen Leitung nicht nur das Ueberweisungsamt, sondern auch das nächstbelegene Fernsprechamt anzurufen.

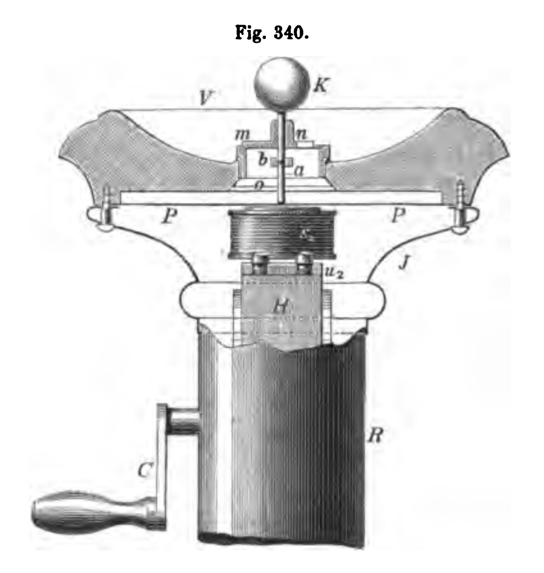
Die in durchgehende Ruhestrom- oder Arbeitsstromleitungen eingeschalteten Fernsprechämter haben sich ausser durch die Meldung bei dem Ueberweisungsamt beim jedesmaligen Dienstbeginn, stündlich einmal von der Betriebsfähigkeit der Leitung bez. ihres Apparats in der Weise zu überzeugen, dass sie den Fernsprecher an das Ohr nehmen und hören, ob in der Leitung mit Morseapparat gearbeitet wird oder nicht. Sind dabei längere Zeit hindurch im Fernsprecher Morsezeichen nicht zu hören, dann ist die Spindel aus dem Spindelblitzableiter zu entfernen. Wird auch dann das Geräusch von Morsezeichen nicht vernommen, dann muss das Ueberweisungsamt nach vorheriger Wiedereinschiebung der Spindel angerufen und befragt werden, ob die Leitung

26*

betriebsfähig ist. Bleibt hierbei auch der mehrmals zu wiederholende Anruf unbeantwortet, dann ist ebenso zu verfahren, wie dies im Vorstehenden für die in reine Fernsprechleitungen eingeschalteten Fernsprechämter vorgeschrieben ist.

Die Spindel des Blitzableiters ist nach jedem von dem Fernsprech- bez. von dem Ueberweisungsamte bemerkten Gewitter herauszunehmen und zu besichtigen. Ergiebt sich hierbei bez. beim Besichtigen der aus anderer Veranlassung herausgezogenen Spindel, dass der auf diese gewickelte dünne Draht durch Entladungen atmosphärischer Elektricität oder durch andere Ursachen zerstört ist, so ist die beschädigte Spindel

Fig. 340.



nicht wieder einzusetzen, sondern an die vorgesetzte Ober-Postdirection einzusenden und eine Ersatzspindel zu beantragen.

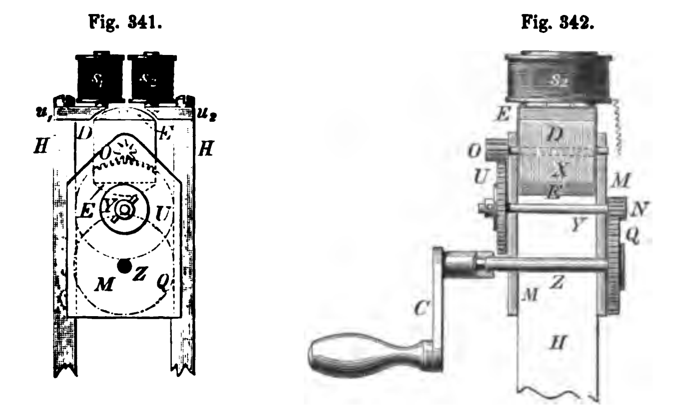
XIII. **Münchs telephonischer Rufer.** Der Geheime expedirende Secretär Aug. Münch in Berlin hat neuerdings als Ersatz der Pfeife (vgl. III.) für Fernsprecher mit Hufeisenmagnet eine telephonische Rufvorrichtung (vgl. Handbuch, **4**, §. 10, II. und S. 320) angegeben und in mehreren Ländern patentirt, bei welcher der Hufeisenmagnet sowie die feststehenden Rollen des Fernsprechers selbst zur Erzeugung der Inductionsströme benutzt werden. Die ganze Vorrichtung lässt sich in einem so kleinen Massstabe ausführen, dass sie vollständig in der Hülse *R*, Fig. 340, eines gewöhnlichen Fernsprechers (vgl. III.) untergebracht werden kann und nur die zugehörige Kurbel *C* aus der Hülse *R*

vorsteht. Fig. 341 und 342 zeigen die Vorrichtung in zwei sich ergänzenden Ansichten, zum Theil als Schnitt.

Unterhalb der beiden Polschuhe u_1 und u_2, Fig. 341 und 342, des Hufeisenmagnetes H ist nämlich auf eine in zwei Platten M gelagerte Axe X ein Anker angebracht, bestehend aus einem Messingklotze D und zwei an gegenüberliegenden Seiten von D angesetzten, aussen cylinderischen Stücken E, E aus weichem Eisen; letztere füllen gerade den zwischen den beiden Polschuhen durch Aushöhlung derselben beschafften freien Raum aus. Vor der einen der an dem Hufeisenmagnete H befestigten Platten M ist auf die Axe X ein Getriebe O aufgesteckt, das mittels der Kurbel C und der Räder Q, N und U in Umdrehung versetzt werden kann.

Bei der in Fig. 341 gezeichneten Stellung des Ankerkörpers wird der Hufeisenmagnet H über u_1 E u_2 kurz geschlossen und somit der

Fig. 341. Fig. 342.



Magnetismus der von den beiden Drahtrollen s_1 und s_2 umgebenen, auf u_1 und u_2 sitzenden Kerne geschwächt; ihren vollen Magnetismus erhalten sie später wieder, wenn in Folge einer Drehung um 90° die beiden Eisenstücke E, E lothrecht stehen und also der Hufeisenmagnet H offen ist. Bei fortgesetzter Drehung wechseln Schliessung und Oeffnung mit einander ab, und es werden dabei in den Drahtrollen s_1 und s_2 Inductionsströme erzeugt, welche den Magnetismus der Polschuhe in als Empfänger benutzten anderen Fernsprechern abwechselnd schwächen und verstärken, dadurch aber die Platten P dieser Empfänger in kräftige Schwingungen versetzen und so ein laut tönendes Geräusch entstehen lassen.

Würde man an dem Körper D mehr als zwei Eisenstücke anbringen, so würde sich die Anzahl der durch eine Kurbelumdrehung

erzeugten Wechselströme vergrössern und das Geräusch noch lauter werden können.

Will man die Stellung des Räderwerks dahin abändern, dass die Axen X, Y und Z parallel anstatt normal zu M liegen, so würde auch die Lage der Eisenstücke E, E gegen die Polschuhe sich ändern und der neuen Lage der Eisenstücke entsprechend müssten auch die Polschuhe u_1 und u_2 nach einer Cylinderfläche ausgehöhlt werden, deren Axe parallel zur Linie $u_1 u_2$ liegt. Jedes der Eisenstücke E erreicht und verlässt dann beide Polschuhe gleichzeitig, und dies ändert das Gesetz, nach welchem die Inductionsströme an- und abschwellen.

Um die Tonwirkungen im Empfänger zu verstärken, kann man in dem Mittelpunkte der Platte P einen kleinen Stift festnieten, welcher gegen den Rand einer in der Oeffnung o des Fernsprecher-Mundstücks V federnd angebrachten Glocke schlägt und so die Schwingungen der Platte P unmittelbar auf die Glocke überträgt. Man könnte aber auch den Stift a lose auf die Platte P setzen und, wie Fig. 343 zeigt, mit ihrem kugelförmig verstärkten Ende gegen die an dem federnden Bügel F befestigte und mittels der Mutter f innerhalb der Führung h verstellbare Glocke G schlagen lassen.

Fig. 343.

Giebt man dem Stifte a nebst Kugel K ein grösseres Gewicht, so wird die Lautwirkung auch ohne die Glocke G stark und kräftig genug; bei dieser in Fig. 340 dargestellten Anordnung geräth der Stift a durch die Schwingungen der Platte P in eine springende Bewegung und erzeugt durch das Aufschlagen auf diese Platte ein lautes Geräusch, ähnlich wie der gestielte Metallkörper in der Pfeife von Siemens und Halske (vgl. Fig. 316 auf S. 385); die den Stift a führende in die Oeffnung o des Mundstückes V einzusetzende Hülse m ist mit Luftlöchern n versehen. Auf den Stift a ist noch ein Ring r aufgestiftet, welcher ein Herausspringen des Stiftes aus der Hülse m verhütet.

Die Seitens des Reichs-Postamts mit dieser Rufvorrichtung angestellten Versuche sind noch nicht abgeschlossen.

Eine für häusliche Zwecke berechnete Abänderung dieser Rufvorrichtung besitzt anstatt der Kurbel C eine Zug- oder Druckstange, mittels deren ein Zahnkranzsector um seine Axe vorwärts und rückwärts gedreht wird, dessen Zähne in das Getriebe N (Fig. 342) eingreifen. Die beim Herausziehen der Stange zusammengedrückte, um dieselbe sich windende Spiralfeder streckt sich dann wieder und führt den Sector wieder in seine Ruhelage zurück. Es werden somit ähnlich wie beim

Inductor des Hilfssignales von Zwez (vgl. Handbuch, 4, 462) zwei Folgen von Inductionsströmen erzeugt.

XIV. **Gleichzeitige Doppeltelegraphie mit Fernsprecher und Morse.** Der erste Versuch einer gleichzeitigen Benutzung des Fernsprechers und des Morse auf derselben Leitung wurde bereits am 17. December 1877 in Dresden auf einer Reichstelegraphenlinie gemacht (vgl. Journal télégraphique, Bd. 4, S. 9). In der spätern Zeit sind die Versuche an verschiedenen Orten fortgesetzt worden (vgl. z. B. Dinglers Journal, Bd. 231, S. 143; Elektrotechnische Zeitschrift, 1882, S. 244), in neuster Zeit namentlich durch Franz van Rysselberghe (vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, 1883, S. 291 und Deutsches Reichs-Patent No. 27272 vom 14. August 1883), welcher besonders die Wirkung der Telegraphirströme im Fernsprecher dadurch abzuschwächen oder ganz zu unterdrücken sucht, dass er dieselben nicht plötzlich, sondern allmählich zu der fürs Telegraphiren nöthigen Stärke an- und abschwellen lässt. Ein weiteres Eingehen hierauf bleibt dem von der mehrfachen Telegraphie handelnden Abschnitte vorbehalten.

§. 23.

Die Schreibtelegraphen.

I. **Die Bewegungen beim Schreiben.** Als Schreibmaterial, worauf die elektromagnetischen Schreibtelegraphen für vereinbarte Schrift (vgl. §. 19, II. und VII.) die von ihnen hervorzubringende Schrift entstehen lassen, wird jetzt ausschliesslich Papier angewendet, also ein flacher Körper, bei welchem die Ausdehnung in zwei Richtungen die Ausdehnung in der dritten Richtung wesentlich überwiegt. Zum Schreiben gehört nun ausser dem Schreibmaterial noch ein zweiter Theil, welcher bei seiner relativen Bewegung gegen das Papier die Schriftzeichen auf dem Schreibmaterial entstehen lässt; derselbe tritt bei den Schreibtelegraphen in zahlreichen, wesentlich von einander verschiedenen Formen auf und mag desshalb hier mit dem allgemeinen Namen Griffel belegt werden.

Die Schrift der Schreibtelegraphen für vereinbarte Schrift unterscheidet sich nun zunächst von der Schrift der Copirtelegraphen (vgl. Handbuch, 1, 405) ganz wesentlich dadurch, dass für sie die beiden geometrischen, räumlichen Ausdehnungen der Papierfläche nicht gleiche Bedeutung haben, ja unter Umständen die eine dieser Ausdehnungen nahezu bedeutungslos ist; die Schrift läuft auf dem Papier wesentlich in der einen Ausdehnung, bildet auf ihm eine Zeile und könnte desshalb Zeilenschrift genannt werden. Es hat dies eines Theils dazu

geführt, dass das Papier in den Schreibtelegraphen jetzt (vgl. dagegen Handbuch, 1, 475) ausschliesslich in Form eines Streifens verwendet wird, andern Theils aber bedingt dies auch das Auftreten der beiden Hauptarten der Schreibtelegraphen rücksichtlich der von ihnen gelieferten Schrift.

Weil nämlich eine Zeile überhaupt nur geschrieben werden kann, wenn beständig neue Stellen des Papiers dem Griffel gegenüber gebracht werden, so macht dies zunächst eine beständige relative Bewegung der beiden schreibenden Theile — Papier und Griffel — gegen einander in der Zeilenrichtung nöthig. Da man nun den Griffel, wegen seines Zusammenhanges mit den elektromagnetischen Theilen des Schreibtelegraphen, nicht wohl jene Bewegung in der Richtung der Zeile, in der Längsrichtung des Papierstreifens machen lassen kann, so bleibt nichts anderes übrig, als dass man dem Streifen eine fortgesetzte — stetige oder absatzweise — Bewegung in seiner Längsrichtung ertheilt.

Nachdem nun in dieser Weise über die Bewegung in der einen der drei Grundrichtungen des Raumes verfügt ist, bleiben deren noch zwei übrig: Die Bewegung des Griffels in der Querrichtung des Papierstreifens und die Bewegung desselben in der Richtung nach dem Streifen hin (auf ihn zu) und zurück.

Keine von diesen beiden Bewegungen nun benutzen die chemischen Schreibtelegraphen (vgl. Handbuch, 1, S. 444) und solche Telegraphen, welche die entfärbenden oder verbrennenden Wärmewirkungen des Stromes zum Schreiben verwerthen (vgl. Handbuch, 1, 444 und 42); bei ihnen wird ja das Schreiben nicht durch mechanische Stromwirkungen hervorgebracht.

Beide Bewegungen zugleich verwerthen manche elektromagnetische Copirtelegraphen der einen Art (vgl. Handbuch, 1, S. 407 und 408), sowie der Buchstabenschreibtelegraph von Hipp (vgl. Handbuch, 1, 399). Die eine Bewegung pflegt dabei nicht elektrisch, sondern vom Triebwerke hervorgebracht zu werden. In den treppenförmige Züge schreibenden Copirtelegraphen der andern Art macht der Schreibstift zwar auch zwei Bewegungen, beide jedoch in der Ebene des bei ihnen ruhig liegen bleibenden Papierblattes. Vgl. auch Anm. 1.

Die Schreibtelegraphen für vereinbarte Schrift benutzen bloss eine[1]) der beiden Bewegungen und liefern, je nachdem sie mittels der

[1]) Der Zickzackschreiber von Garapon (vgl. Handbuch, 1, 438) benutzt auch beide Bewegungen und ist in dieser Beziehung dem Buchstabenschreibtelegraphen von Hipp nahe verwandt. Gleiches könnte von der verwandten und an Du Moncels chemischen Copirtelegraphen (vgl. Handbuch, 1, 413) erinnernden späteren Anordnung der Schreibvorrichtung in Meyers vielfachem Telegraph (vgl. Handbuch, 1, 541) behauptet werden, wenn man die Schreibvorrichtung dieser Telegraphen, namentlich in ihrer dem Meyerschen Copirtelegraphen



einen oder mittels der anderen Bewegung schreiben, entweder Zickzackschrift, oder Punktschrift bez. Strichpunktschrift.

Bei den Schreibtelegraphen für Zickzackschrift (vgl. auch Handbuch, 1, 437 und 450) erhält der Griffel keine Bewegung nach dem Papier hin und von demselben wieder zurück, beide bleiben vielmehr in dieser Richtung in einer unveränderlichen Entfernung von einander; sei es nnn, dass sie sich beständig berühren, oder sei es, dass sie einen geringen Abstand von einander haben, immer müssen sie in dieser Lage Schrift geben, und da nun die Schriftzüge mechanisch, durch eine Bewegung hervorgebracht werden sollen, so bleibt Nichts übrig, als dass der Griffel die Züge entstehen lässt, indem er sich quer über den in seiner Längsrichtung an ihm vorüberziehenden Papierstreifen bewegt. Die Schrift wird hier also einen zusammenhängenden, ununterbrochenen Strich bilden; dieser wird, so lange während des Ablaufens des Streifens nicht telegraphirt wird, in einer geraden Linie verlaufen, das Alphabet der Schrift aber wird aus Abbiegungen des Striches aus dieser Geraden zusammengestellt werden. Unter dem gleichzeitigen Einflusse der fortschreitenden Bewegung des Streifens werden diese Abbiegungen — je nach der Art der Stromgebungen — eine zackige, eine treppenförmige, oder eine geschlängelte Gestalt annehmen, wie es Fig. 344 bis 348 (S. 410) erkennen lassen[2]). Die Abbiegungen aus der Geraden können dabei entweder sämmtlich nach derselben Seite hin liegen, oder nach verschiedenen Seiten hin; im erstern Falle wird der Griffel aus seiner Ruhelage nur in eine einzige Arbeitslage zu versetzen sein, im zweiten Falle dagegen in zwei verschiedene Arbeitslagen (vgl. §. 19, II.). Da nun bei Abbiegungen nach zwei verschiedenen Seiten hin eine streng regelmässige Abwechselung in den beiden Abbiegungsarten eingehalten, oder die Abwechselung lediglich von dem gewählten Alphabete und der Aufeinanderfolge der Buchstaben im Telegramm abhängig gemacht werden kann, und da überdies die Benutzung von Abbiegungen von verschiedener Dauer nicht ausgeschlossen ist, so wird einleuchten, dass sich bei den Schreibtelegraphen für Zickzackschrift eine sehr grosse Mannigfaltigkeit in der Schriftbildung sowohl, wie in den Stromgebungs- und Schaltungsweisen (vgl. §. 20, III. und IV.) darbietet. Es hat sich indessen mit

---

entnommenen ursprünglichen Anordnung nicht lieber als eine Verwachsung von 8 Griffeln mit einander — behufs Erzeugung der achtzeiligen Meyerschen Schrift — auffassen will. Es sei dabei an jene Copirtelegraphen erinnert, bei denen der Schreibstift relativ in einer Schraubenlinie über das auf einem Cylinder befestigte Papierblatt bewegt wird, oder einzelne Zeilen auf einem flach auf einem Pulte ausgebreiteten Papierblatte beschreibt, wie in Casellis Telegraphen; vgl. Handbuch, 1, 414.

[2]) Fig. 344 und 345 sind Schriften von Morse und Froment, vgl. Handbuch, 1, 131 und 437; Fig. 346 zeigt ein von Thomsons Heberschreibeapparate geschriebenes Wort, Fig. 347 und 348 endlich geben Schriftproben von Lauritzens Undulator.



der Zeit zufolge der internationalen Bedeutung, welche die einzeilige Strichpunkt- oder Morseschrift erlangt hat, ziemlich allgemein der Gebrauch eingeführt, das bei dieser Schrift jetzt gebräuchliche Alphabet auch in der Zickzackschrift nachzuahmen, in letzterer daher nur zwei Elementarzeichen zu verwenden.

Die Schreibtelegraphen für Punkt- und für Strichpunktschrift (vgl. auch Handbuch, 1, 438 und 452) nähern den Griffel dem Streifen, so lange geschrieben werden soll, und bringen ihn darauf in

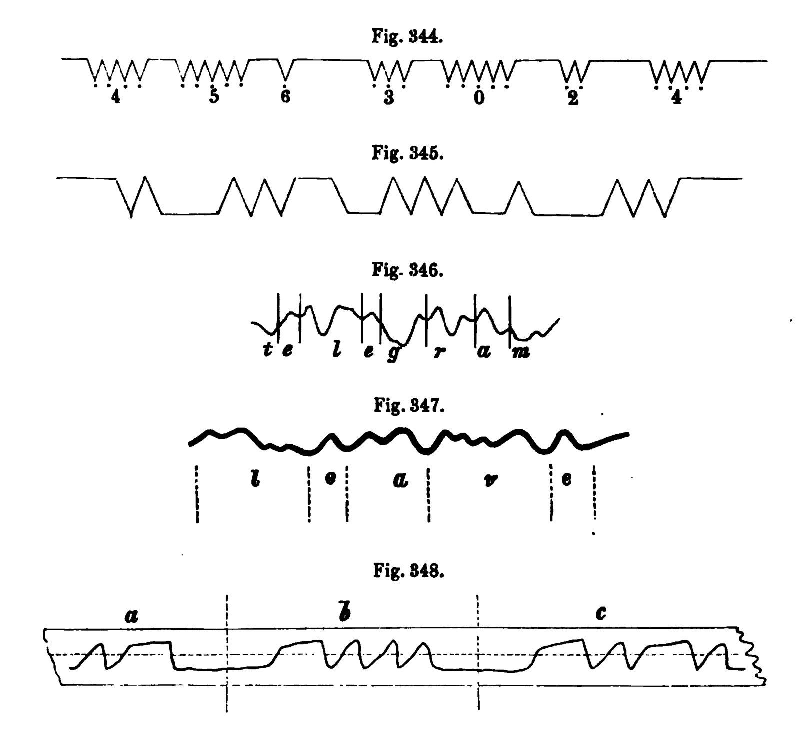


Fig. 344. Fig. 345. Fig. 346. Fig. 347. Fig. 348.

diejenige Lage und Entfernung vom Streifen zurück, in welcher er keine Schrift auf dem Streifen entstehen lassen kann. Lässt man also bei diesen Telegraphen den Streifen laufen, während nicht telegraphirt wird, so wird der Streifen entweder gar nicht beschrieben, oder er wird mit einem zusammenhängenden Striche beschrieben, jenachdem der Griffel während dieser Zeit vom Streifen entfernt gehalten wird (wie z. B. bei Schaltung auf Arbeitsstrom und gewöhnlichen Ruhestrom; §. 20, IV.), oder sich in der Schreiblage befindet (wie z. B. bei Schaltung auf amerikanischen Ruhestrom; §. 20, IV.). Obgleich aber dem Griffel beim Schreiben eine Bewegung quer über zu dem Streifen und seiner

Bewegungsrichtung nicht ertheilt wird, brauchen doch die Schriftzeichen nicht sämmtlich dieselbe Stellung auf dem Streifen in Bezug auf dessen Breite zu haben, die Schrift braucht nicht unbedingt eine einzeilige zu sein, sondern es könnte unter Anwendung mehrerer Griffel auch eine mehrzeilige Schrift erzeugt werden. Im Sinne der Längs- oder Bewegungsrichtung des Streifens können die Schriftzeichen natürlich von verschiedener Länge sein. Nun hat es sich aber für die einzeilige Schrift als sehr zweckmässig erwiesen nur Schriftelemente von zwei verschiedenen Längen (Punkt und Strich) zu verwenden, und desshalb kommt zur Zeit auch nur eine zweizeilige Schrift vor und diese auch wieder bloss mit Zeichen von gleicher[3]) Länge (Punkten), sodass man für beide Schriftarten d. i.

1. die einzeilige Strichpunktschrift oder Morseschrift (vgl. Handbuch, 1, 441) und
2. die zweizeilige Punktschrift oder Steinheilschrift (vgl. Handbuch, 1, 438)

sogar ein und dasselbe Alphabet verwenden kann und thatsächlich verwendet, indem man das jetzt gebräuchliche Alphabet für die Morseschrift wie in die Zickzackschrift, so auch in die Steinheilschrift überträgt, oder letzterer (wie z. B. Estienne und auch Andere schon früher; vgl. Handbuch, 1, 427, 482) wohl selbst eine gewisse äussere Verwandtschaft mit der Morseschrift zu geben sich bemüht.

II. **Das Alphabet für Morseschrift**, welches nach den Beschlüssen der inernationalen Telegraphenconferenz in Petersburg (vgl. Journal télégraphique, Bd. 3, S. 135) jetzt im internationalen Telegraphenverkehre benutzt wird, hat sich aus dem vom deutsch-österreichischen Telegraphen - Vereine im Jahre 1850 angenommenen Alphabete (vgl. Handbuch, 1, 442) entwickelt und weicht von demselben auch nicht sehr ab. Die Elementarzeichen — Strich und Punkt — finden sich in ihm in Gruppen von 2 bis 6 Zeichen und zwar sind die Gruppen für die Buchstaben (mit Ausnahme von é, ñ und å) aus je 1 bis 4 Elementen, die Gruppen für die Ziffern (ausser in Abkürzungen) aus je 5 Elementen mit höchstens einmaliger Abwechselung, die Gruppen für die Satzzeichen endlich und die sonstigen Zeichen aus je 6 Elementen gebildet; bei den dann noch nöthigen Dienstzeichen ist in der Gruppirung der Elemente keine bestimmte Regel festgehalten, sondern vorwiegend mnemotechnischen

[3]) Eine zweizeilige Schrift mit Zeichen von zwei verschiedenen Längen (Stöhrerschrift, vgl. Handbuch, 1, 439) hat in neuerer Zeit Bramão in Lissabon bei seinem von 1874 ab auf einigen portugiesischen Telegraphenlinien benutzten Telegraphen wieder in Vorschlag gebracht. Vgl. Dinglers Journal, Bd. 234, S. 116, nach Journal télégraphique, Bd. 4, S. 278, und deutsches Reichs-Patent vom 18. Juni 1878 No. 5824. — Auch Estienne ist für gewisse (stenotelegraphische) Zwecke auf eine gleiche Schrift zurückgekommen.

Rücksichten Rechnung getragen worden und eine gleichzeitige bequeme Wiedergabe dieser Zeichen mittels des gleichfalls internationalen Typendrucktelegraphen von Hughes angestrebt worden. Der in der Längsrichtung des Streifens laufende Strich der Morseschrift soll dreimal so lang sein als der Punkt; die Zwischenräume zwischen je zwei Elementarzeichen, zwischen je zwei Buchstaben und zwischen je zwei Wörtern sollen der Reihe nach eine Länge von 1, 2 und 3 Punkten besitzen.

Dieses Alphabet besteht hiernach aus folgenden Schriftzeichen:

1. Die Buchstaben.

a = ·—	h = ····	q = ——·—
ä = ·—·—	i = ··	r = ·—·
à od. å = ·——·—	j = ·———	s = ···
b = —···	k = —·—	t = —
c = —·—·	l = ·—··	u = ··—
ch = ————	m = ——	ü = ··——
d = —··	n = —·	v = ···—
e = ·	ñ = ——·——	w = ·——
é = ··—··	o = ———	x = —··—
f = ··—·	ö = ———·	y = —·——
g = ——·	p = ·——·	z = ——··

2. Die Ziffern für gewöhnliche Telegramme.

1 = ·————	6 = —····
2 = ··———	7 = ——···
3 = ···——	8 = ———··
4 = ····—	9 = ————·
5 = ·····	0 = —————

3. Abgekürzte Ziffern.

In amtlichen Wiederholungen und Vergleichungen dürfen für die Ziffern folgende Abkürzungen gebraucht werden:

1 = ·—	6 = —····
2 = ··—	7 = —···
3 = ···—	8 = —··
4 = ····—	9 = —·
5 = ·····	0 = —

4. Die Satzzeichen.

Punkt . = ······
Strichpunkt ; = —·—·—·
Komma , = ·—·—·—

Doppelpunkt : = ———···
Fragezeichen*) ? = ··——··
Ausrufungszeichen ! = ——··——
Bindestrich - = —····—
Apostroph ' = ·————·
Bruchstrich = ——————
Anführungszeichen = ·—··—·
Klammern ( ) = —·——·—
Absatzzeichen (Alinea) = ·—·—··
Unterstreichungszeichen**) = ··——·—
Trennungszeichen***) = —···—

5. Die Dienstzeichen[a]).

··· = Staatstelegramm
··· ··· = Gebührenfreies Staatstelegramm [b])
—··· = Eisenbahndiensttelegramm
·— = Telegraphendiensttelegramm
·——· = Privattelegramm
—·· = Dringendes Privattelegramm
·— ···— = Telegraphischer Avis
··—· ··· = Nachzusendendes Telegramm
—— — = Seetelegramm [b])
— —·—· = Verglichenes Telegramm
— ·—· = Rekommandirtes Telegramm
·—· ·——· = Antwort bezahlt
—·—· ·—· = Empfangsanzeige bezahlt
—··— ·——· = Bote bezahlt
·——· ·——· = Post bezahlt
·——· ··— = Post uneingeschrieben
—·—·— = Anruf
···—· = Verstanden
·········· = Irrthum
—···—· = Aufforderung zum Beginn des Telegraphirens
·—·—· = Schluss des Telegramms
·—··· = Warten
·— · ·—· ·—· = Quittungszeichen

---

*) Zugleich als Aufforderung zur Wiederholung von Nichtverstandenem dienend.

**) Vor und hinter die zu unterstreichenden Wörter zu setzen.

***) Zur Trennung des Kopfes oder Eingangs vom Text und des Textes von Adresse und Unterschrift.

a) Verwandte Abkürzungen kommen auch in besonderen Fällen vor, z. B. bei den Eisenbahndiensttelegrammen, vergl. Handbuch 4, 265.

b) Nur im deutschen Verkehr.

III. **Das Schreiben bei den Telegraphen für Punkt- und Strichpunktschrift.** Die zum Erzeugen von Punkten und Strichen auf dem Streifen erforderliche gegenseitige Annäherung des Griffels und des Papiers kann entweder nur bis zur Berührung beider, oder bis zum Eindrücken[4]) des Griffels in das Papier gehen. Im letzteren Falle — bei den Stiftschreibern (Reliefschreibern) — erscheint die Schrift auf der einen Seite des Papiers vertieft, auf der andern Seite desselben tritt sie erhaben (als Reliefschrift) vor und setzt sich hier bei günstiger Beleuchtung scharf vom Grunde des Streifens ab. Werden Griffel und Papier einander nur bis zur Berührung genähert, so muss die Schrift auf dem Streifen durch Vermittelung eines Farbmaterials[5]) hervorgebracht werden, und desshalb heisst der Telegraph dann ein Farbschreiber (Blauschreiber, Schwarzschreiber). Für gewöhnlich lässt man diese Telegraphen mit einer flüssigen Farbe schreiben. Nur ausnahmsweise und unter Verhältnissen, wo ein Versagen der flüssigen Farbe zu befürchten ist, wird die Farbschrift mit Hilfe eines festen Farbmaterials erzeugt (vgl. Handbuch, **1**, 464, Anm.; **4**, 304). Bei den Stiftschreibern erfordert nicht nur das Eindrücken des Griffels in das Papier eine grössere elektrische[6]) Kraftäusserung, sondern der eingedrückte Griffel setzt auch der Bewegung des Papierstreifens in seiner Längsrichtung einen grössern Widerstand entgegen, als der Griffel eines Farbschreibers, besonders wenn man dem Griffel des Stiftschreibers auch noch eine Bewegung quer über dem Streifen ertheilen wollte.

---

[4]) Wegen dieses Eindrückens der Schrift in das Papier sind leider die Morse-Stiftschreiber mit dem ganz unangemessenen Namen Drucktelegraphen belegt worden, welcher leider aus den Werken über Telegraphie noch immer nicht verschwinden will, am allerwenigsten aber sogar auch auf die Farbschreiber mit erstreckt werden sollte (vgl. z. B. Schellen, Der elektromagnetische Telegraph, 5. Auflage S. 420; 6. Auflage S. 450), obgleich es doch unbestreitbar ist, dass die Striche der eigentlichen Morseschrift geschrieben und nicht gedruckt werden. Sonst müsste man ja wohl die Schrift des Siemensschen Russschreibers ebenfalls als Druckschrift bezeichnen. Um entlang dem Streifen laufende Striche zu drucken, müsste der Telegraph eine wesentlich andere Einrichtung und namentlich eine andersartige Papierbewegung erhalten (vgl. Handbuch, 1, §. 18). Eine Vermengung der Schreib- und Drucktelegraphen ist auch nicht etwa desshalb zu gestatten, weil man der Schrift besonders der Punktschrift, nach ihrer Erzeugung gewöhnlich nicht mehr ansehen kann, ob sie geschrieben oder gedruckt ist; man hat eben die Vorgänge während der Erzeugung ins Auge zu fassen.

[5]) Garapon versuchte, die Wärmeentwicklungen zur Erzeugung farbiger Schrift zu verwerthen; vgl. II. Anm. 1. Ailhaud dagegen liess bei einem für Kabel bestimmten, in einem Berichte über die Pariser Ausstellung vom Jahre 1878 im Journal télégraphique, Bd. 4, S. 374 beschriebenen Zickzackschreiber durch eine stetige Folge von Inductionsfunken auf dem Streifen eine fortlaufende bläuliche Linie erzeugen.

[6]) Hipp übertrug das Eindrücken dem Triebwerke; vgl. Handbuch, 4, 191. — Aehnliches findet sich in den Telegraphen von Theiler und Achard; vgl. Du Moncel, Exposé des applications de l'électricité, 3. Aufl. 3. Bd., Paris 1874, S. 121 und 122.

Ueber die verschiedenen Formen, in welchen namentlich bei den Farbschreibern der Griffel als der eigentliche schreibende Theil auftritt, wird später (vgl. V. c) zu sprechen sein, und desshalb ist hier bloss noch darauf hinzuweisen, dass man bei den Stiftschreibern, weil bei ihnen das Eindrücken des Schreibstiftes in das Papier eine verhältnissmässig grosse Kraft erfordert, dem Papier eine sichere und feste Unterlage giebt und stets den Stift gegen das Papier heranbewegt. Bei den Farbschreibern dagegen wird entweder der Griffel dem über eine feste Unterlage laufenden Streifen genähert, oder auch der Griffel festgelegt und ihm beim Schreiben das Papier genähert.

IV. **Das Schreiben bei den Telegraphen für Zickzackschrift** kann kaum in einem wirklichen Eindrücken der Schrift in den Papierstreifen bestehen. Abgesehen nämlich davon, dass dabei der Griffel beständig durch eine mechanische Kraftäusserung in das Papier eingedrückt werden müsste und also auch die den Streifen in seiner Längsrichtung bewegende Kraft den durch das Eindrücken verursachten grössern Widerstand gegen diese Bewegung beständig überwinden müsste, würde auch der Griffel seinerseits bei seinen Bewegungen quer zum Streifen einen ebenso grossen Widerstand finden und bald nach der einen, bald nach der andern Seite hin überwinden müssen. Nun erstrebt man aber bei den Zickzackschreibern eine möglichst grosse Empfindlichkeit, um mit möglichst schwachen Strömen arbeiten zu können. Desshalb findet sich an Stelle des Eindrückens bei den Zickzackschreibern höchstens ein Einritzen der Schrift und zwar auch dieses nur in einen leichten Ueberzug, womit man den Papierstreifen versieht, wie es bei dem schon im 2. Bande S. 397 besprochenen Siemens'schen Russschreiber geschieht. Ja, selbst bei Erzeugung einer farbigen Zickzackschrift auf weissem Streifen vermindert man die Widerstände zwischen dem Streifen und dem sich quer über diesen hinbewegenden Griffel dadurch, dass man den Streifen thunlichst gar nicht mit den starren Theilen des Griffels in Berührung kommen lässt, sondern wie bei Lauritzens Undulator nur den aus der Mündung des Griffels hervortretenden halbrunden Tropfen mit dem Streifen zur Berührung bringt, oder gar die flüssige Farbe aus dem das Papier nicht berührenden Griffel heraus gegen das Papier schleudern oder spritzen lässt, wie dies Thomson in seinem Heberschreibapparate thut, indem er die schreibende Flüssigkeit elektrisirt. In verwandter Weise wusste Ailhaud (vgl. III. Anm. 5) die Berührung zwischen Griffel und Papier dadurch zu umgehen, dass er den Griffel und die metallene Walze, über welche der Streifen sich bewegt, in den secundären Stromkreis einer Inductionsspule legte und durch eine Folge von dem Griffel auf den Streifen überspringender Funken Schrift erzeugte.

V. **Die Haupttheile der Schreibtelegraphen.** Aus den bisherigen Erörterungen geht hervor, dass sich an den elektromagnetischen Schreibtelegraphen für vereinbarte Schrift drei Haupttheile unterscheiden lassen, denen wesentlich verschiedene Aufgaben zufallen, nämlich:

a) das Triebwerk zur Bewegung des Papiers,
b) die elektromagnetischen Theile und
c) die schreibenden Theile.

a) Die Bewegung des Papierstreifens in seiner Längsrichtung geht von einem Walzenpaare, den Papierzugwalzen aus, welche den von einer bequem neben dem Schreibapparate aufzustellenden oder sonst an oder unter dem Apparate unterzubringenden Rolle oder Scheibe ablaufenden Streifen zwischen sich hindurchziehen. Die eine dieser Walzen legt sich mit einem gewissen Drucke gegen die andere an, welche mit feinen Längsriffeln[7]) versehen ist und von einem Räderwerke in Umdrehung versetzt wird. Die treibende Kraft für dieses Räderwerk liefert jetzt bei weitem vorwiegend eine Blattfeder in einem vortheilhaft ausserhalb des Laufwerkskastens anzubringenden Federhause. Bei den Schriftschreibern wurde früher, weil hier während des Schreibens der starke Druck des Griffels gegen das Papier zu überwinden ist, als Triebkraft ausschliesslich die Schwerkraft benutzt und ein verhältnissmässig schweres Treibgewicht in einer Kette ohne Ende angewendet. Die Anwendung eines Treibgewichtes bietet den Vortheil, dass die treibende Kraft constant ist; dagegen ist die durch den Apparattisch hindurchzuführende Kette unbequem, welche zweckmässig unterhalb des Tisches in einen Schutzkasten einzuschliessen ist, und deren Sprengung bei zu heftigem Aufziehen des Gewichtes durch besondere Vorkehrungen verhütet wird. Die an sich wesentlich bequemere Anwendung einer Triebfeder beschafft eine innerhalb gewisser Grenzen veränderliche Kraft, die mit dem Ablaufen des Weckers abnimmt; auch gegen das Sprengen der Feder beim Aufziehen sind Sicherheitsvorrichtungen anzubringen. Auch den Elektromagnetismus hat man als Triebkraft für Schreibtelegraphen zu verwenden gesucht. Einen sich dazu eignenden von einer Localbatterie getriebenen Elektromotor hat G. Schortmann angegeben und Leopolder 1862 benutzt (vgl. Handbuch, **4**, 824 und 265), auf einen anderen 1875 O. Canter in Preussen ein Patent genommen (vgl. Dinglers Journal, Bd. **218**, S. 508). Auch O. Schäffler in Wien wendete einen Elektromotor an, doch führte er durch dessen Elektro-

---

[7]) Anstatt des Riffelns nach der Längsrichtung werden auch andere Verfahren angewendet, um das Mitnehmen des Streifens zu sichern; so pflegen in Oesterreich beide Walzen blos an ihrer Oberfläche rauh gemacht zu werden.

magnete einen Zweig der Telegraphirströme[8]) und ermöglichte so zugleich die Selbstauslösung in einfacherer Weise als Leopolder (vgl. Journal télegraphique, Bd. 4, S. 207). Thomson lässt in seinem Heberschreibapparat mitunter ebenfalls den Papierstreifen durch einen Elektromotor bewegen.

Das Triebwerk soll natürlich nur so lange laufen, als der Schreibapparat zu schreiben hat. Desshalb wird es mit einer Bremse versehen, welche meistentheils mittels eines Handhebels gelüftet werden kann, während in den seltneren Fällen, wo der Schreibtelegraph in dieser Beziehung von einem Beamten unabhängig und selbstthätig gemacht werden soll, die Lüftung durch eine Selbstauslösung (vgl. VI.) vom Elektromagnete aus bewirkt wird.

Die Laufgeschwindigkeit des Triebwerkes wird durch Beigabe eines einfachen Windfangs entweder bloss gemässigt, oder durch einen leicht stellbaren Windflügel- oder Centrifugal-Regulator regulirbar gemacht. In einzelnen Fällen, wo abwechselnd mit Handbetrieb und mit Maschinenbetrieb telegraphirt wird, sorgt man dafür, dass mit einer einfachen Handbewegung die Laufgeschwindigkeit rasch innerhalb verhältnissmässig weiter Grenzen geändert werden kann. Siemens und Halske haben hierzu mit Erfolg eine Centrifugalbremse verwendet, bei welcher die Länge der die Bremsklötze tragenden federnden Arme leicht verändert werden kann, Wheatstone dagegen griff zu zwei Reibungsscheiben, von denen die eine auf der Stirnfläche der andern läuft und auf dieser in radialer Richtung verstellt werden kann.

Die Papierführung ist in den meisten Fällen eine sehr einfache und kurze. Bei ihr ist wesentlich darauf zu sehen, dass der Streifen gehörig und ordentlich den schreibenden Theilen zugeführt wird, und dass der aus dem Telegraphen herauskommende Streifen dem lesenden Beamten die Schrift bequem darbietet, die Schrift also auf der nach oben gerichteten Fläche des Streifens sich befindet. Der Papierzug ist ferner thunlichst so anzuordnen, dass er eine leichte Einführung des Streifens zwischen die beiden Walzen gestattet. Aus diesen Gründen erhält der Streifen gewöhnlich eine besondere Führung unmittelbar vor seinem Eintritte in die Walzen des Papierzugs und zwar vorwiegend durch zwei den Streifen zwischen sich fassende geschlitzte Theile oder zwei Röllchen mit vorstehendem Rande; diese Schlitze oder Röllchen werden zweckmässig verstellbar gemacht, damit sie nicht nur eine leichtere Einführung des Streifens zwischen die Walzen gestatten, son-

[8]) In verwandter Weise hat Telegraphensecretär J. Sack bei Beschreibung der Canter'schen Anordnung in Grothe's polytechnischer Zeitschrift, 1876, S. 10 die Verzweigung der Telegraphirströme durch die Elektromagnete des Elektromotors in Vorschlag gebracht.

dern auch bei Streifen von verschiedener Breite verwendbar werden. Im Papierzuge darf endlich die auf den Streifen schon vorhandene erhabene Schrift nicht breit gedrückt, die mit flüssiger Farbe geschriebene Schrift nicht verwischt werden; dazu ist die Druckwalze des Papierzugs nach Erfordern mit einer ringsum laufenden, der Breite der Schrift angemessenen Nuthe zu versehen. Etwas länger und verwickelter wird der Papierlauf innerhalb des Apparates, wenn die Papierrolle in dessen Grundbrete untergebracht wird.

b) Die elektromagnetischen Theile treten in ziemlich verschiedenen Formen auf. Am häufigsten angewendet wird der aufrecht stehende gewöhnliche Hufeisen-Elektromagnet mit Anker aus weichem Eisen. Bei den polarisirten Farbschreibern für Morseschrift besitzt der Elektromagnet einen magnetischen Anker; seine Schenkel liegen gewöhnlich horizontal und deren Kerne sind meist von einem Stahlmagnete polarisirt. Zur Erzeugung von Steinheil- und Stöhrer-Schrift verwendet Estienne Elektromagnete mit polarisirten Ankern von eigenthümlicher Form. Die Zickzackschrift erzeugt Ailhaud (vgl. III. Anm. 5), indem er den Griffel an einem astatischen Magnetstabpaare befestigt, welches zwischen den einanderzugekehrten vier Polen zweier Hufeisenelektromagnete schwingt; Lauritzen beim Undulator und Bramâo dagegen bewegen den Griffel mittels eines X-förmigen, bez. kreisförmigen polarisirten Elektromagnetankers, Siemens beim Russschreiber und Thomson beim Heberschreibapparate aber mittels durchströmter Leiter, welche innerhalb eines magnetischen Feldes aufgehängt sind.

Die vom Strome ausgeübte elektromagnetische Wirkung ertheilt dem Anker mitunter eine auf- und niedergehende Bewegung (wie beim Russschreiber), meist eine Drehbewegung und zwar bei den Stift- und Farbschreibern eine Drehung um eine wagrechte Axe, bei den Zickzackschreibern um eine lothrechte Axe. Bei diesen Ankerbewegungen lassen sich nämlich

c) die schreibenden Theile in einfacher Weise so mit den elektromagnetischen Theilen verbinden, dass sich die Bewegung des Ankers in eine auf- und abgehende Bewegung des Griffels über dem in einer Verticalebene laufenden Papierstreifen (beim Russschreiber), oder bei in einer Horizontalebene vorübergeführtem Streifen in ein Annähern und Entfernen des Griffels, bez. in ein Hin- und Herbewegen desselben über dem Streifen umsetzt.

Der Griffel erscheint in seiner einfachsten Form, wo er die aus Strichen und Punkten bestehende Schrift in den Streifen einzudrücken, oder als Zickzackzüge in einen leichten Ueberzug des Streifens einzuritzen hat; während im letztern Falle die Anwendung einer möglichst leichten, feinen Spitze geboten erscheint, muss im erstern Falle der

Schreibstift den zum Eindrücken der Schrift erforderlichen grösseren Druck auszuüben im Stande sein, und daher besteht bei den Stiftschreibern der Griffel aus einem Stahlstifte, welcher einfach an dem Ankerhebel des Elektromagnets befestigt wird, und zwar wird er in denselben eingeschraubt, damit von der Stellung desselben gegen den Streifen die Stellung des Ankers gegen den Elektromagnet und dadurch die elektromagnetische Anziehung unabhängig werde, eine regulirende Verstellung des einen also nicht eine Nachstellung des anderen erforderlich mache. Das Eindrücken der Schrift in den Papierstreifen erleichtert man bei den Stiftschreibern gewöhnlich dadurch, dass man diejenige Rolle des Papierzugs, gegen welche sich der Streifen beim Schreiben stützt, an der dem Schreibstifte gegenüber zu bringenden Stelle mit einer ringsum laufenden Nuth versieht.

Beim Schreiben mit flüssiger Farbe liegen die Verhältnisse verschieden bei Erzeugung von Zickzackschrift und von Strichpunktschrift. Bei den Zickzackschreibern bleiben Griffel und Streifen in unveränderlicher Entfernung von einander, aber der Griffel muss — bald vorwärts, bald rückwärts — über das Papier bewegt werden. Desshalb sieht man sich hier darauf hingewiesen, als Griffel ein leichtes Röhrchen mit feiner Oeffnung anzuwenden, woraus man die Farbe an den Streifen herantreten lässt. Lässt sich mittels der gewählten Anordnung der elektromagnetischen Theile und unter den Verhältnissen, unter welchen telegraphirt werden soll oder muss, eine kräftigere Bewegung des Griffels erzielen, so kann man den Behälter, welcher einen grösseren Vorrath von Farbe verfügbar macht, an dem Schreibröhrchen selbst anbringen, wie dies Bramâo thut; sonst muss man — wie z. B. in Lauritzens Undulator und in Thomsons Heberschreibapparate — das Schreibröhrchen in geeigneter Weise mit dem feststehenden Behälter verbinden, worin der Farbevorrath aufgespeichert ist.

In weit mannigfacheren Formen endlich tritt der Griffel in den Farbschreibern für Strich- und Punkt-Schrift auf. Wird in diesen Farbschreibern der Griffel festgelegt und beim Schreiben der Streifen an ihn heranbewegt, so wird die Abführung des Streifens am einfachsten, wenn man den Streifen von unten gegen den Griffel emporbewegt; dann ist bloss noch für eine regelmässige und reinliche Zuführung der Farbe von oben her Sorge zu tragen. Man wählt dazu als Griffel ein kleines Stahlscheibchen (Schreibrädchen oder Farbscheibchen), welchem man die Farbe von einer mit einem gewissen Drucke sich gegen dasselbe anlegenden Filz- oder Tuchwalze[9]) zuführen lässt; letztere tränkt man

[9]) Digney speiste (1878) das Schreibrädchen unmittelbar aus der feinen Mündung eines über ihm angebrachten Farbgefässes, welches während der Zeit der Ruhe durch eine

in geeigneten Pausen oder auch stetig aus einem Farbebehälter gleichmässig mit Farbe und wirkt darauf hin, dass sie die Farbe nicht beständig von derselben Stelle aus auf das Schreibrädchen überträgt; da nun auch das Schreibrädchen dem Streifen immer frische Stellen darbieten soll, so ertheilt man ihm vom Triebwerke aus eine stetige Drehung um seine Axe in dem der Papierbewegung entgegengesetzten Sinne, und diese Drehung lässt man sich durch die Reibung auf die Farbwalze übertragen, oder auch durch einen auf die Schreibrädchenaxe aufgesteckten Laternentrieb und ein auf der Axe der Farbwalze aufgestecktes Sternrädchen [10]); mitunter versetzt man wohl auch vom Papierstreifen aus [11]) mittels eines Räderpaares und zweier Reibungsrollen die Farbwalze und durch diese auch das Schreibrädchen in Umdrehung, und bisweilen ertheilt man der Farbwalze vom Laufwerke aus auch noch eine hin- und hergehende Bewegung in axialer Richtung.

Soll dagegen in einem Farbschreiber für Strich- und Punkt-Schrift der Griffel beim Schreiben gegen den an ihm vorübergeführten Papierstreifen heranbewegt werden, so geschieht dies am einfachsten von unten her, weil dabei der Griffel die Farbe aus einem unter ihm befindlichen, meist abnehmbar und verstellbar an der Apparatwand befestigten Farbekästchen entnehmen kann. Auch hier erscheint der Griffel vorwiegend in Gestalt eines Stahlscheibchens, welches in seinem ziemlich scharfen Rande mit einer feinen Kerbe versehen ist; die Speisung des schreibenden oberen Randes dieses Schreibrädchens mit Farbe unter beständigem Wechsel der schreibenden Stelle erreicht man dadurch, dass man dem mit seinem untern Rande in den Farbekasten eintauchenden Schreibrädchen vom Triebwerke aus eine beständige Drehung in dem der Papierbewegung entgegengesetzten Sinne ertheilt, ein Eindringen der Farbe entlang der Schreibrädchenaxe in den das Laufwerk enthaltenden Kasten aber verhütet man durch Aufsetzen eines Abtropfscheibchens auf die Axe des Schreibrädchen hinter diesem. Die Lagerung der Schreibrädchenaxe muss dabei so gewählt werden, dass dieselbe ausser der Drehung auch die zum Schreiben nöthige Bewegung des Schreibrädchens auf und nieder leicht gestattet; dies erreicht man jetzt einfacher, als mittels des auf S. 470 des 1. Bandes abgebildeten (Universal-)Gelenkes, durch eine conische Lagerung des dem Schreibrädchen entgegengesetzten Endes der Axe (vgl. IX.). Um bei Anwendung des Schreibrädchens und dessen unveränderlicher Verbindung

---

Drehung um 180° um seine horizontale Axe umgelegt wurde, so dass die Oeffnung nun nach oben gekehrt war; vgl. Journal télégraphique, Bd. 4, S. 207.

[10]) So Hasler & Escher bei den Schweizerischen Telegraphen, ferner O. Schäffler und auch De Vos; vgl. Journal télégraphique, Bd. 4, S. 207.

[11]) So M. Hipp; vgl. Journal télégraphique, Bd. 4, S. 207.



mit dem Ankerhebel des Elektromagnetes die Einstellung des Schreibrädchens gegen das Papier von der Entfernung des Ankers vom Elektromagnete unabhängig zu machen, macht man den am bequemsten aufrecht stehenden Elektromagnet verstellbar[12]).

Neuerdings ist jedoch Estienne bei einem Farbschreiber für Punktschrift auch mit Erfolg auf eine andere Form des Griffels zurückgekommen (vgl. Handbuch, 1, 461), nämlich auf einen genügend porösen Körper, welcher mit seinem untern Ende in die flüssige Farbe eintaucht und mit seinem oberen Ende die in seinen Poren emporgestiegene Farbe ähnlich wie ein Druckstempel auf den vorübergeführten Streifen überträgt. Vgl. XIX.

Auf die Verbindung des Griffels mit dem Ankerhebel ist bei den in die Leitung selbst einzuschaltenden Schreibtelegraphen für Punkt- und Strich-Schrift die Betriebsweise noch insofern von Einfluss als bei gewählter Verbindungsweise der Griffel (bez. der den Papierstreifen bewegende Schreibhebel) zum Schreiben bald in gleichem Sinne mit dem Anker des Elektromagnetes, bald in entgegengesetztem Sinne bewegt werden muss und zwar das Eine, wenn Griffel und Papier bei stromerfüllter Leitung und durch die Stromwirkung zur Berührung gebracht werden (wie bei Arbeitsstrombetrieb und amerikanischem Ruhestrombetrieb), das Andere, wenn sie sich bei stromloser Linie (durch die Gegenkraft wie bei gewöhnlichem Ruhestrom) berühren. Die auf S. 504 des 1. Bandes aufgeführten Verbindungsweisen des Griffels und Schreibhebels mit dem Ankerhebel, welche denselben Schreibapparat durch eine rasch und leicht[13]) zu bewirkende Aenderung für Ruhestrom- und Arbeitsstromlinien zugleich verwendbar zu machen bezwecken, sind jetzt von grösster Einfachheit; vgl. IX.

An die vorstehende allgemeine Besprechung der verschiedenen Schreibtelegraphen und ihrer Theile mag eine eingehende Beschreibung einer Anzahl von im Betriebe befindlichen Schreibtelegraphen angereiht werden, zuvor jedoch mögen erst noch zwei neuere Selbstauslösungen kurz besprochen werden, weil auf die damit ausgerüsteten Morse-Telegraphen in diesem Bande nicht näher einzugehen sein wird.

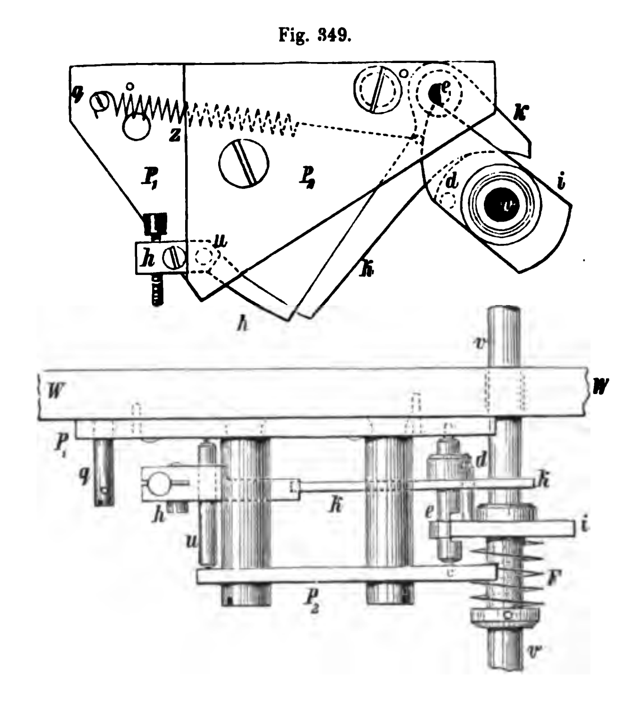
---

[12]) Eine Verschiebung der Kerne eines liegenden Elektromagnetes wurde in England schon 1858 patentirt; vgl. Handbuch, 1, 463.

[13]) Zum Theil durch blosse Umstellung eines Schiebers, wie bei dem Knickhebel von Silomon; vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, 1882, S. 382.

VI. **Zwei Selbstauslösungen von Siemens und Halske und von Naglo**[14]). An einem Feldtelegraphen — Farbschreiber für Arbeitsstrom — haben Siemens & Halske die in Fig. 349 in ganzer natürlicher Grösse abgebildete Selbstauslösung angebracht. Aehnlich wie bei dem in XVI. eingehender zu beschreibenden für die indo-europäische Linie konstruirten polarisirten Farbschreiber fängt sich der mit der Achse *v* des Laufwerks umlaufende Aufhalter *i* an der halbausgeschnittenen Achse *e*, sobald der um *u* drehbare Hebel *h* sich rechts vor den auf *e* aufgesteckten Hebel *k* legt und diesen hindert, dem Zuge der von dem

Fig. 349.

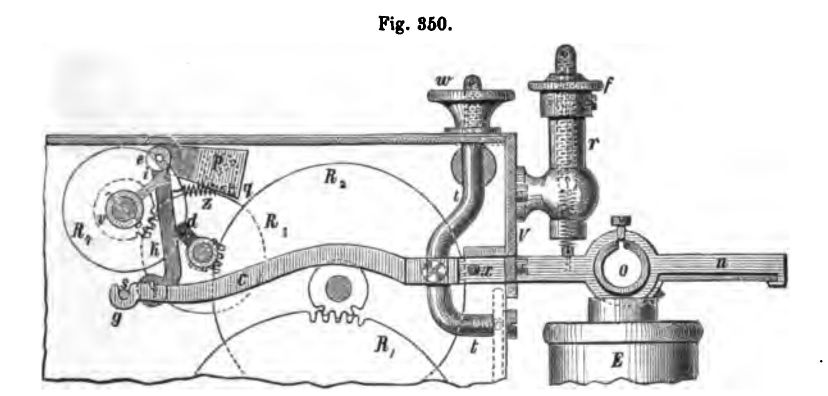


Stifte *q* auslaufende und sich an einen Stift in *k* anheftenden Feder *z* zu folgen. Stösst aber der links von *u* gelagerte Ankerhebel, welcher unterhalb *i* das Schreibrädchen trägt, bei der ersten Ankeranziehung

[14]) Vgl. Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879 (Berlin 1880; J. Springer), S. 486. — In einem unter No. 7629 für Deutschland patentirten tragbaren Farbschreiber haben Siemens und Halske 1879 eine Selbstauslösung angewendet, welche nach Bedarf sowohl für die Schaltung auf Arbeitsstrom, wie für die auf amerikanischen Ruhestrom brauchbar ist; vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, 1880, S. 164. — Zugleich sei auf die im 4. Bd., S. 201 ff. beschriebenen Selbstauslösungen

gegen die Schraube in h und senkt dadurch den rechten Arm von h, so wird k frei und folgt nun der Feder z; dabei dreht sich aber e soweit, dass i mit seiner oberen Spitze an dem Ausschnitte der Achse e vorbeigehen kann; wenn nun das Laufwerk in Gang kommt, so erfasst der aus der Rückseite des Aufhalters i vorstehende Stift d den Schnabel des Hebels k und führt letzteren zurück, so dass er sich wieder an dem inzwischen wieder emporgegangenen Ende des Hebels h fangen kann. Das Laufwerk soll jedoch nicht sofort still stehen bleiben, wenn i sich darauf wieder an e fängt; desshalb ist i nicht fest auf seine Achse v aufgesteckt, sondern mit derselben blos durch eine Feder F verbunden. Die Hebel h und k sind zwischen zwei Platten P_1 und P_2 gelagert und und mit diesen an der Gestellwand W befestigt. — Ähnlich, aber minder einfach war die Selbstauslösung eines von Siemens und Halske

Fig. 350.

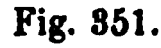


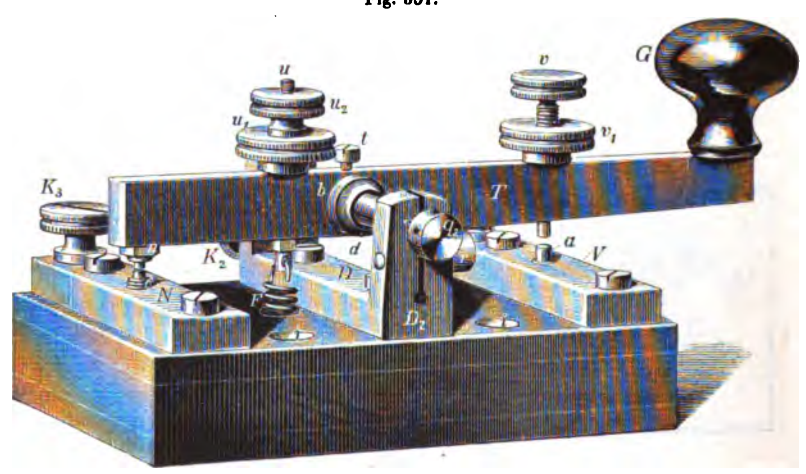
ausgestellten Empfängers für eine Centralfeuerwehrstation mit Ruhestrombetrieb.

Bei der in Fig. 350 in halber natürlicher Grösse abgebildeten, verwandten Selbstauslösung eines für Ruhestromlinien bestimmten **Farbschreibers der Gebr. Naglo** legt sich, so lange der Elektromagnet E seinen Anker o angezogen hält, eine Schneide an dem Schreibhebel c, welcher auf den Lappen (p in Fig. 355) des um x drehbaren Ankerhebels n aufgeschraubt ist und bei g die Achse des Schreibrädchens

von Leopolder hingewiesen und auf die von Gurlt zuerst 1864 bei den Telegraphen für die Breslauer Feuerwehr angewendete, welche in Schellen, Der elektromagnetische Telegraph, 5. Aufl., S. 440 abgebildet ist. — Eine von F. Schmidt in Prag 1877 an den Schreibapparaten der Prager Feuerwehr angebrachte, der in Fig. 349 abgebildeten ähnliche Selbstauslösung, bei welcher man jedoch nach Belieben das Triebwerk nach dem letzten Schriftzeichen den Streifen noch ein kürzeres oder längeres Stück fortbewegen lassen kann, ist in der Elektrotechnischen Zeitschrift, 1882, S. 357 erwähnt.

aufnimmt, vor eine Schneide an dem Hebel *k*, an dessen halbausgeschnittener, in der vorderen Gestellwand und in der an diese angeschraubten Platte *p* gelagerten, kurzen Achse *e* sich der Aufhalter *i* fängt. Fällt beim Telegraphiren der Anker *o* ab, so zieht die Feder *z* den Hebel *k* nach rechts und dreht dabei die Axe *e* soweit, dass der Aufhalter *i* durch ihren Ausschnitt hindurchgehen kann; desshalb kann jetzt das erste Rad R_1 des Triebwerks die Räder R_2, R_3, R_4, also auch *i* in Bewegung setzen, bis der Daumen *d* auf der Achse des dritten Rades R_3 den Hebel *k* wieder links schiebt, worauf sich *i* wieder an *e* fangen muss, falls *o* dauernd angezogen bleibt, d. h. das Telegraphiren aufhört.


Fig. 351.



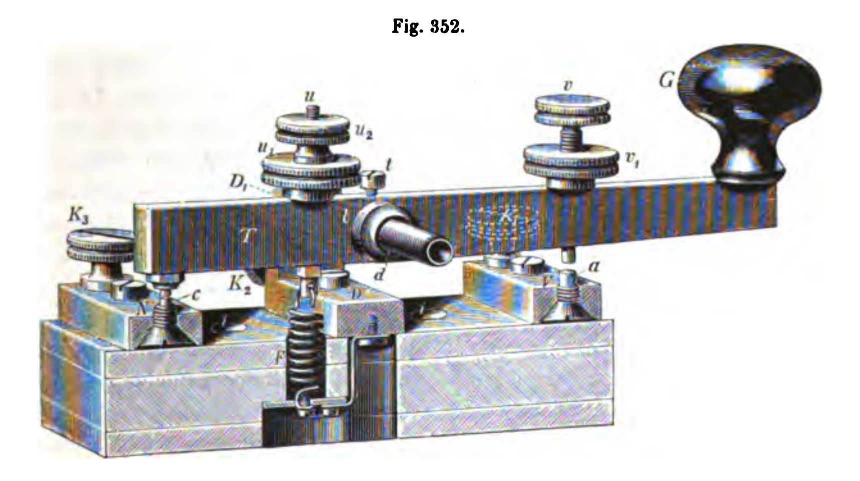
1. *Der deutsche Normalfarbschreiber.*

VII. **Der Taster.** In den Morseleitungen der deutschen Reichs-Telegraphenverwaltung werden jetzt Taster von der aus Fig. 351 ersichtlichen Einrichtung benutzt. Den 145 mm langen messingenen Tasterhebel *T*, worauf am vorderen Ende ein Ebonitknopf *G* aufgeschraubt ist, verbindet die Schraube *t* mit der Stahlaxe *X*, welche durch eine Ausbohrung des hier durch Ansätze *b* rechts und links verbreiterten Hebels *T* hindurch gesteckt ist. Die Axe *d* ist an ihren beiden Enden conisch ausgebohrt und ruht auf zwei in diese Ausbohrungen mit conischen Spitzen eintretenden Stahlschrauben q_1 und q_2, welche in die beiden Backen D_1 und D_2 der messingenen Mittelschiene *D* eingeschraubt sind. Die Schraube q_1 in der Backe D_1 hat einen abgeflachten, mit einem Einschnitte versehenen Kopf, während der cylindrische Kopf

der Schraube q_2 in der Backe D_2 übers Kreuz durchbohrt ist, damit sie bequem mittels eines in eine der beiden Durchbohrungen einzusteckenden Stiftes gedreht werden kann, wodurch die Axe d mehr oder minder leicht drehbar zwischen den Spitzen der beiden Schrauben q_1 und q_2 befestigt wird; um dann den so erreichten Grad der Beweglichkeit des Hebels T dauernd zu erhalten, ist die Backe D_2 aufgeschlitzt, und ihre beiden Hälften lassen sich durch die Pressschraube r fest zusammenpressen. — Die Lagerung der Tasteraxe auf Schrauben mit conischen Spitzen ist zuerst von W. Gurlt angewendet worden.

An dem hinteren Ende ist in den Hebel T von unten her ein in eine Messingschraube eingesetzter Platincontactstift n, Fig. 352, eingeschraubt, womit sich der Hebel durch den Zug der Feder F auf den Contactstift c aus Platin auflegt, welcher in eine in der Mitte der hinteren

Fig. 352.



Ruheschiene N eingeschraubte Messingschraube eingesetzt ist. Wird der Hebel T am Knopf G erfasst und niedergedrückt, so kommt der mit geränderten Kopfe versehene stählerne Schraubenstift v, welcher in den Hebel T eingeschraubt ist und in seiner Stellung durch die Gegenmutter v_1 erhalten wird, mit dem in der Mitte der Arbeits- oder Telegraphirschiene V eingeschraubten stählernen Contactstifte a in Berührung. Der Contact c heisst der Ruhecontact, der Ambos a der Arbeits- oder Telegraphircontact. Jede der drei Schienen D, V und N ist mittels zweier Holzschrauben auf dem aus drei Lagen hergestellten Grundbrete A befestigt und wird durch zwei aus ihrer unteren Fläche vorstehende Stellstifte in ihrer Lage erhalten. Das Grundbret selbst wird mittels vier Holzschrauben, welche in die Löcher i kommen, auf dem Apparattische befestigt.

An den Schienen V, D und N sind nun die Zuführungsdrähte zu befestigen, und dazu dienen drei Klemmschrauben K_1, K_2 und K_3 mit grossem flachen Kopf, welcher an dem mit einer ringsum laufenden Vertiefung versehenen Rande gereifelt ist, damit die Schrauben mit der Hand gelüftet und angezogen werden können, während ein weiteres, festeres Anziehen mit Hilfe eines in den Einschnitt auf der obern Kopffläche einzusetzenden Schraubenziehers bewirkt werden muss. Die Schrauben K_1 und K_3 sind von oben in die Schienen V und N, die Schraube K_2 von der Seite her in die Backe D_1 eingeschraubt.

Die Stahlfeder F ist mit ihrem oberen, hakenförmig gebogenen Ende in das untere Ende des Stahlstiftes u eingehängt, welcher vierkantig durch eine viereckige Oeffnung des Hebels T hindurchgeht und oben mit einem Schraubengewinde versehen ist, damit mittels der Mutter u_1 mit grossem geränderten Kopfe der Stift u gehoben und gesenkt und dadurch die Feder F mehr oder weniger gespannt werden kann, worauf dann der Stift u durch die Gegenmutter u_2 in seiner Lage erhalten wird. Das untere Ende der Feder F ist, wie aus dem Längsschnitte Fig. 352 deutlicher zu ersehen ist, an eine Messingscheibe m angeschraubt, welche von unten her in die Grundplatte eingelegt und mittels zweier Schräubchen an ihr befestigt ist. Die Messingscheibe m ist zugleich noch mit der Mittelschiene D durch einen an beide angeschraubten Draht verbunden, welcher eine gute leitende Verbindung zwischen der Mittelschiene D und dem Tasterhebel T sichert. Die Feder F darf nicht zu schwach gespannt sein, damit sie einen innigen Contact zwischen n und c herbeizuführen vermag, aber auch nicht zu stark, damit sie den Telegraphirenden nicht zu sehr ermüdet.

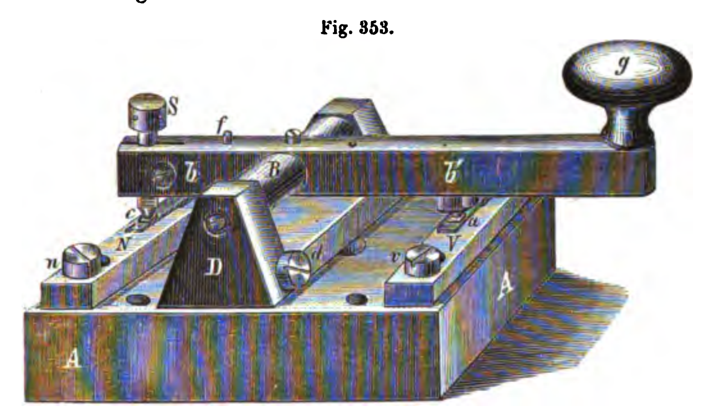
Die Einschaltung des Tasters ergiebt sich schon aus §. 21, eingehender noch wird von ihr später zu sprechen sein.

Die königl. württembergische Telegraphen-Verwaltung benutzt in den grösseren Telegraphenämtern den in Fig. 353 abgebildeten sogenannten geräuschlosen oder lautlosen Taster, welchen Siemens und Halske seit dem Jahre 1871 ausführen. Der durch eine Schraube auf der Axe B befestigte Hebel bb' desselben kommt mit seinen beiden Contactstiften nicht unmittelbar mit dem Arbeits- und Ruhecontacte a und c in Berührung, weil auf den beiden Schienen V und N je eine flache Contactfeder aufgeschraubt ist, deren freies Ende zwischen die beiden Contacttheile hineinragt und somit das Aufschlagen beider auf einander mildert und das Geräusch beim Arbeiten vermindert. Dieser Taster wird in Württemberg sowohl in Arbeitsstromlinien, wie in Ruhestromlinien verwendet. Damit für beiderlei Linien der nämliche Normalfarbschreiber (ohne Knickhebel; vgl. S. 432, Anm. 16) benutzt werden



kann, ist die Schaltung auf amerikanischen Ruhestrom gewählt worden; der Taster ist so eingerichtet, dass der Hebel bb' in der Ruhelage sowohl auf dem Contacte c, wie auf dem Contacte a aufliegen kann. Dazu ist nur nöthig, dass die Feder, welche den Hebel in seiner Ruhelage erhält, nach Bedarf entweder links oder rechts von der Axe B am Hebel bb' anfassen kann. Deshalb ist bb' dazu links und rechts von B mit einem Loche versehen, durch welches das Ende f dieser Feder hindurchgesteckt und dann mittels einer Schraube von der Rückseite her im Loche festgehalten wird. In Fig. 353 ist der Taster für Arbeitsstrombetrieb bereit (vgl. Fig. 300 auf S. 369), für Ruhestrom müsste die Feder nach rechts von der Axe B verlegt werden (vgl. Fig. 298 auf S. 368). Mittels der drei Schrauben n, v und d werden die Zuleitungsdrähte an den Schienen N und V und an dem Lagerbocke D befestigt.

Fig. 353.



VIII. **Der Elektromagnet des Normalfarbschreibers.** Der in Fig. 354 perspectivisch abgebildete Normalfarbschreiber besitzt einen aufrechtstehenden Hufeisen-Elektromagnet E, welcher vor dem das Laufwerk enthaltenden messingenen Kasten oberhalb des polirten Mahagoni-Untersatzkastens G_0 angebracht ist; doch sind seine beiden Schenkel weder auf dem Untersatzkasten, noch auf der nach ihnen hin verlängerten rahmenförmigen Grundplatte G des Laufwerkkastens befestigt, vielmehr sind die beiden hohlen Kerne aus weichem Eisen, in welche oben die beiden einander zugekehrten Polschuhe (p_1 und p_2 in Fig. 355) eingesetzt sind, mit ihren unteren Enden auf den in ein viereckiges Loch der Platte G hinein ragenden horizontalen Schenkel des eisernen Winkelstückes e aufgeschraubt, dessen verticaler Schenkel an die Messingplatte U angeschraubt ist. Die Platte U schliesst den Laufwerkskasten an der rechten, nach dem Elektromagnet hin gerichteten Seite unten

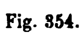


Fig. 354.

ab, ist aber nicht, wie dies bei der den Kasten an dieser Seite oben abschliessenden, über U etwas übergreifenden Messingplatte V der Fall ist, an die Seitenwangen des Kastens fest angeschraubt, sondern in Nuthen dieser Wangen verschiebbar[15]). An die Platte U ist weiter der in entsprechender — aus Fig. 356 ($\frac{1}{2}$ natürl. Grösse) und 350 deutlich ersichtlicher — Krümmung um die Axe x des Anker- und Schreibhebels herumgreifende starke Stahldraht t angeschraubt, welcher durch den oberen der die beiden Kastenwangen verbindenden runden Messingstäbe M (vgl. S. 446) frei hindurchgeht, über das schmale festliegende Stück D_0 des Kastendeckels vortritt und oben in eine Schraube endet. Die über diese Schraube gesteckte Mutter w ruht mit der unten an sie angelötheten, etwas über sie vorstehenden, aus Stahl hergestellten Scheibe auf dem erwähnten Kastendeckelstück D_0 auf, und über die vorspringende Stahlscheibe greifen jetzt zwei vor und hinter w auf das Kastendeckelstück aufgeschraubte Messingplättchen ein wenig über, so dass sie zwar eine Entfernung der Mutter w von dem Kastendeckel unmöglich machen, deren Drehung dagegen in keiner Weise hindern. Bei Drehung der Mutter w vorwärts und rückwärts kann daher nur der Draht t in w auf und nieder gehen und muss dabei natürlich auch die Platte U, den Winkelträger e und den Elektromagnet E mit auf und nieder bewegen und ihn seinem Anker o nähern und von ihm entfernen. Diese Hebung und Senkung kann bis zu 3 mm betragen; nach unten zu wird sie durch den nahe am obern Ende in den Draht t eingesteckten Stift begrenzt; die Kerne des Elektromagnets E haben 16 mm äussern Durchmesser bei einer Wandstärke von 3 mm. Die über die Kerne geschobenen Drahtrollen bestehen jede oben und unten aus einer Holzscheibe, welche durch eine an den Kern dicht anschliessende Papierhülse mit einander verbunden sind. Der Raum um die Hülse zwischen den beiden Scheiben ist mit Draht in annähernd 6500 bis 7000 Windungen — in etwa 200 Lagen der Höhe nach über einander und in etwa 33 Lagen von aussen nach innen neben einander — bewickelt; der dazu verwendete, durch Umspinnung mit weisser Seide isolirte Kupferdraht von 0,2 mm Durchmesser hat in jeder Rolle eine Gesammtlänge von ungefähr 515 m und einen durchschnittlichen Widerstand von 300 S. E. Die Zahl der Windungen und der Widerstand ist auf der oberen Scheibe jeder Rolle angegeben. Die Windungen der Rollen sind von einem Ueberzug aus lackirtem Leder umschlossen, welcher sie gegen äussere Beschädigungen schützt. Die beiden Drahtenden

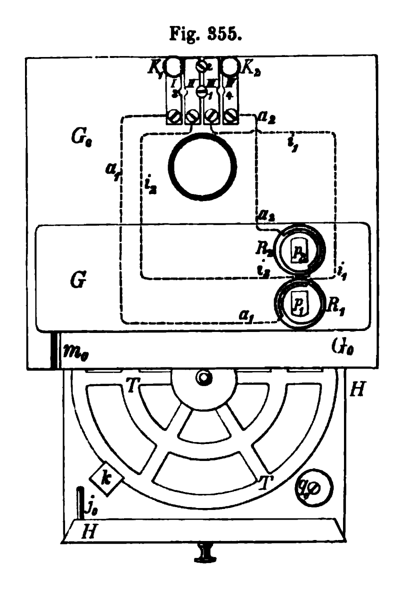
---

[15]) So schon bei dem von Siemens & Halske im Jahr 1870 aufgestellten Modell mit Uebertragungsvorrichtung, welches auf S. 471 des 1. Bandes abgebildet ist. Vgl. Anm. 19 und XIII.

jeder Rollle sind an zwei in die untere Holzscheibe eingeschraubte starke Messingstifte *i* (Fig. 356) angelöthet, welche isolirt durch den horizontalen Schenkel des Winkels *e* hindurchgeführt sind und an ihrer untern abgeschrägten Fläche eine Klemmschraube für den hier anzulegenden Leitungsdraht tragen.

Seit Kurzem werden die beiden inneren Enden jeder Rolle unmittelbar mit einander verbunden, die beiden äusseren Enden dagegen durch unter der Deckplatte des Untersatzkastens hinlaufende Kupferdrähte mit zwei Messingschienen verbunden, woran auch die Enden der Telegraphenleitung geführt werden, mittels welcher also die beiden Rollen des Farbschreibers hinter einander in die Leitung eingeschaltet werden.

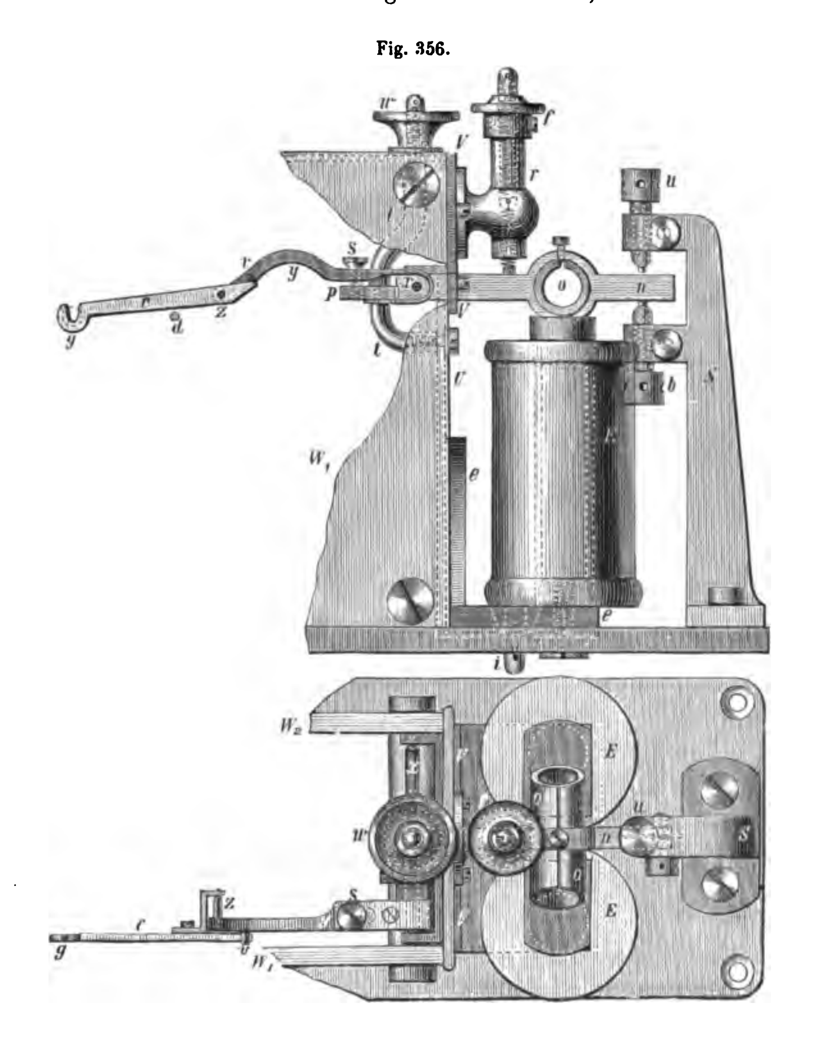
Fig. 355.



Früher war durch Beigabe eines kleinen vierschienigen Umschalters *U*, Fig. 355 ($\frac{1}{3}$ natürl. Grösse), auf dem Untersatzkasten G_0 die Möglichkeit beschafft, die Rollen R_1 und R_2 des Farbschreibers nach Bedarf parallel, oder hinter einander zu schalten. Dazu waren von den äusseren Enden der Bewickelungen die Drähte a_1 und a_2 nach den beiden äusseren Schienen I und IV, von den inneren dagegen die Drähte i_1 und i_2 nach den beiden mittleren Schienen III und II geführt, während die Klemmschrauben K_1 und K_2 zur Anlegung der Telegraphenleitung benutzt wurden. Zur Hintereinanderschaltung der Rollen R_1 und R_2 ist bloss eine Verbindung der beiden mittleren Schienen II und III nöthig, welche in Fig. 355 durch die beiden in die Löcher 1 und 2 eingeschraubten Schraubenstöpsel hergestellt wird;

der Stromlauf führt dann von K_1 über I, a_1, R_1, i_1, III, II, i_2, R_2, a_2 und IV nach K_2. Zur Nebeneinanderschaltung dagegen müssten die beiden Schraubenstöpsel aus den Löchern 1 und 2 herausgenommen und in die Löcher 3 und 4 eingeschraubt werden, damit der Strom

Fig. 356.



von K_1 aus seinen Weg über I und II, a_1 und i_2, R_1 und R_2, i_1 und a_2, zugleich nach III und IV nehmen und von da nach K_1 gelangen kann.

Der Anker des Elektromagnetes besteht aus einer oben geschlitzten, an den beiden Enden nach unten zu abgeschrägten Eisenröhre o, Fig. 354, welche mittels einer Schraube in der Höhlung des Messing-

hebels *n* befestigt ist. Links endet der Hebel *n* in eine Verbreiterungshülse, durch deren Höhlung die in zwei an die Innenseite der Platte *V* mit je zwei Messingschrauben angeschraubten Messingwinkeln gelagerte Axe *x* hindurchgesteckt ist; mittels der im Grundrisse der Fig. 356 unter *w* etwas vortretenden Schraube ist der Hebel *n* durch seine Hülse auf der Axe *x* festgeschraubt. Das Spiel des Ankers *o* beim Telegraphiren begrenzen zwei in die geschlitzten seitlichen Vorsprünge des Ständers *S* eingeschraubte und darin mittels zweier Pressschrauben festzustellende Anschlagschrauben *u* und *b*. Der Ständer *S* ist auf den Grundrahmen *G* des Laufwerkskastens aufgeschraubt.

Die Rückführung des in Fig. 356 als durch den Strom angezogen und auf die untere Anschlagschraube *b* gelegt gezeichneten Ankerhebels *n* besorgt eine an seiner oberen Fläche angeheftete, in dem ebenfalls an die Platte *V* angeschraubten Röhrchen *r* untergebrachte Spiralfeder, welche mit ihrem obern Ende an einer mittels der Mutter *f* innerhalb des Rohres *r* auf und nieder zu bewegenden Schraubenspindel befestigt ist. Die Mutter *f* ist durch eine kleine in sie eingeschraubte und mit ihrer Spitze in eine ringsum laufende Nuth des Rohres *r* eingreifende Schraube verhindert, sich von dem Röhrchen *r* zu entfernen. Die Spindel dagegen ist mit einer Längsnuth versehen, in welche ein Stift an der Innenfläche des Rohres *r* hineinragt und die Drehung der Spindel verhindert, so dass dieselbe bei Drehung der Mutter *f* auf und nieder geht, die Spiralfeder also mehr oder weniger spannt. Der Auf- und Niedergang der Spindel ist durch einen unten und durch einen oben durch sie hindurchgesteckten Stift begrenzt; an ersterem ist zugleich das obere Ende der Spiralfeder befestigt.

Bezüglich der Empfindlichkeit des Elektromagnetes wird verlangt, dass der Normalfarbschreiber in einem Stromkreise von 5500 S. E. äussern Widerstand mit 8 Meidinger Elementen gut arbeitet.

IX. **Der Schreibhebel, das Schreibrädchen, der Farbekasten.** Da der Normalfarbschreiber für Arbeits- und Ruhestrom verwendet werden soll[16], hat er einen gebrochenen Schreibhebel (Knickhebel)

---

[16]) Auf S. 426 ist schon bemerkt worden, dass die württembergische Telegraphen-Verwaltung einen Taster benutzt, welcher durch eine blosse Verlegung der auf den Tasterhebel wirkenden Feder in Leitungen mit Arbeitsstrom und in Leitungen mit amerikanischem Ruhestrom verwendbar wird. Durch Annahme dieser beiden Betriebsweisen aber wurde am Normalfarbschreiber der Knickhebel entbehrlich, weil bei beiden (vgl. S. 421) der Strom den Griffel und das Papier behufs Erzeugung der Schrift zur Berührung zu bringen hat. In den württembergischen Normalfarbschreibern ist daher der das Schreibrädchen tragende Theil des Schreibhebels durch Schrauben fest mit dem an die Axe des Ankerhebels angeschraubten Theile verbunden. Ausser diesem Normalfarbschreiber wird in kleineren Aemtern an Strassenleitungen mit gewöhnlichem Ruhestrom noch der im 1. Bande S. 459 abgebildete

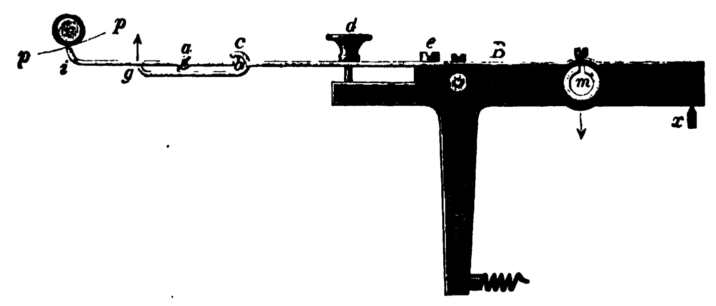
erhalten[17]). Die bereits erwähnte Verbreiterungshülse, womit der Ankerhebel *n* auf die Axe *x*, Fig. 356, aufgeschoben und festgeschraubt ist, läuft an ihrem zunächst der Apparatwand W_1 liegenden Ende, noch innerhalb des Laufwerkkastens, in das kurze und flache Stück *p* aus, um dessen, in Fig. 356 rechts liegende Rundung das zu einer U-förmigen Feder ausgearbeitete Ende des stählernen Ansatzstückes *y* herumgreift, um auf der Unterseite von *p* durch zwei Schrauben fest mit *p* verbunden zu werden. In das nach links liegende Ende des Ansatzes *y* ist die Stahlaxe *z* fest eingesetzt, auf welche der kleine zweiarmige, messingene Hebel *c* aufgehängt ist, indem *z* an dem einen Ende in ein Loch in *c*, an dem andern Ende in ein Loch des auf *c* aufgeschraubten Winkels (*q* in Fig. 359) gesteckt ist.

In *y* ist noch ein Stift *v* eingeschraubt, und gegen diesen stützt sich das nach rechts liegende kürzere Ende des Hebels *c*, sobald man mittels der in *p* eingeschraubten Schraube *s* dem Ansatz *y* gestattet, sich soweit zu strecken, dass der Hebel *c*, während der Hebel *n* an der Schraube *u* anliegt, frei an *y* hängt, ohne sich auf den in die Apparatwange eingeschraubten Stift *d* irgendwie auflegen zu können. In diesem Falle bilden die Hebel *n*, *p*, *y*, *c* gewissermaassen ein einziges Ganze, dessen Drehaxe *x* ist, und *c* bewegt das Schreibrädchen *J* (Fig. 354 und 357), dessen Axe in dem hakenförmigen Ende *g* des Hebels *c* ruht,

---

Stiftschreiber benutzt und ein älterer Farbschreiber (Handbuch, 1, 469) als Directschreiber für Arbeitsstrom und als Localschreiber in grösseren Aemtern.

[17]) Von älteren Knickhebeln (vgl. Handbuch, 1, 504; 4, 227) findet sich im Betrieb noch der 1869 von dem damaligen Telegraphensecretär v. Brabender in Hannover angegebene. Bei diesem untenstehend abgebildeten Knickhebel ist der eigentliche um *a* drehbare Schreibhebel *b i*, welcher das Papier *p p* gegen das Farbscheibchen *r* andrückt, ebenfalls

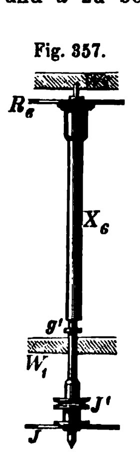


zweiarmig, auf den Ankerhebel *B* aber ist ein federndes, vorn in eine Gabel *c g* endendes Stück aufgeschraubt, welches mittels einer Schraube *d* höher oder tiefer gestellt werden kann, dann mittels der kürzern, oder mittels der längern Zinke der Gabel auf den doppelarmigen Hebel *b i* wirkt und zwar auf verschiedenen Seiten der Drehaxe *a* desselben, so dass er ihn im erstern Falle beim Abfallen des Ankers *m*, in dem andern Falle aber beim Anziehen des Ankers zum Schreiben veranlasst.

schreibend gegen den über ihm hinweggeführten Papierstreifen empor, so oft der Elektromagnet E seinen Anker o anzieht. Diese Stellung muss also den genannten Theilen gegeben werden, wenn der Normalfarbschreiber in eine Arbeitsstromleitung (oder in eine Leitung mit amerikanischem Ruhestrom) eingeschaltet werden soll. Dabei muss durch entsprechende Stellung der Schrauben s und b erzielt werden, dass das Schreibrädchen J den fest an der kleinen Stahlwelle i (vgl. X.) anliegenden Papierstreifen berühre, während der Ankerhebel n auf der Stellschraube b aufliegt.

Wenn dagegen dieser Farbschreiber in einer mit gewöhnlichem Ruhestrom betriebenen Leitung arbeiten soll, ist das Ansatzstück y mittels der Schraube s so weit niederzuschrauben, dass der Hebel c, selbst während der Hebel n auf der Schraube b liegt, auf dem Stifte d aufliegt und sein kürzeres Ende von dem Stifte v entsprechend weit entfernt ist, und dass beim Anliegen des Hebels n an der Schraube u die Axe z so tief herabgedrückt ist, dass der Hebel c das Schreibrädchen an den Papierstreifen andrückt. Dabei bildet der Stift d die Drehaxe für den Hebel c und der Farbschreiber schreibt bei jeder Unterbrechung des Ruhestroms in den Rollen des Elektromagnetes E. Für diese Benutzung ist also die Einstellung mittels der Schrauben s und u zu bewirken.

Fig. 357.

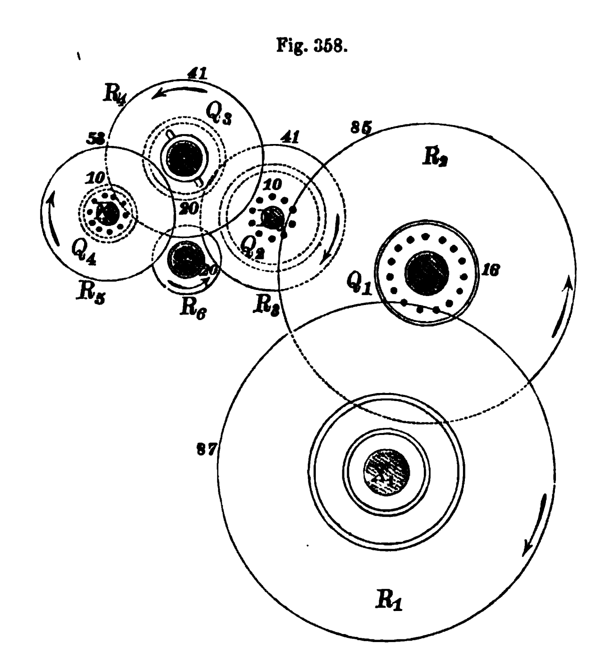


Das Schreibrädchen J, Fig. 357 (0,6 der natürlichen Grösse), sitzt ausserhalb des Laufwerkskastens am Ende der Axe X_6 des Laufwerks, welche durch eine runde Oeffnung der vordern Apparatwange W_1 hindurchgeht und einerseits in der hintern Wange W_2 in einem etwas kegelförmigen Loche, andererseits bei g' in dem hakenförmigen Ende g des Hebels c, Fig. 356, ruht. Das Rädchen R_6, mittels dessen die Schreibrädchenaxe X_6 vom Laufwerke aus in beständige Umdrehung versetzt wird, sitzt fest auf X_6, jedoch so nahe an der Wange W_2, dass bei dem zum Zwecke des Schreibens nöthigen Auf- und Niedergehen der Axe X_6 der Eingriff zwischen dem Rade R_6 und dem in dasselbe eingreifenden Rade (R_3 in Fig. 358) wegen des geringen Betrags der Hebung und Senkung an dieser Stelle nicht gestört wird. Hinter dem Schreibrädchen J, das mit seinem unteren Theile durch die mittlere, grösste Oeffnung in der Deckplatte des Farbgefässes L, Fig. 354, hindurch in die in letzterem befindliche Farbe eintaucht, ist oberhalb einer zweiten Oeffnung in der Deckplatte eine kleine, mit doppeltem scharfen Rande versehene Scheibe J' aufgesetzt, deren Bestimmung es ist, die vom Schreibrädchen J auf die Axe X_6 herablaufende Farbe an dem

Eindringen in das Innere des Laufwerkskastens zu hindern und zum Herabtropfen in das Farbgefäss L zu veranlassen. Die dritte, vorderste Oeffnung dient zum Eingiessen der Farbe in das Farbegefäss. Die mittlere Oeffnung ist ringsum durch fast bis auf den Boden des Gefässes reichende Scheidewände gegen die beiden andern Oeffnungen und nach links hin abgeschlossen.

Das Farbgefäss L, Fig. 354, besteht aus einem länglich parallelepipedischen Kasten, von welchem nach unten ein flacher, mit einem Schlitze versehener Stiel ausläuft. Mittels dieses Stieles wird das

Fig. 358.



Farbgefäss an der Apparatwange W_1 befestigt. Zu diesem Zwecke und zur Sicherung der richtigen Stellung des Farbgefässes sind in die Wange W_1 zwei dünnere Führungsstifte s_1 und s_2 und eine mit flachem Griffe versehene Pressschraube s_4 eingeschraubt; der Schaft der letzteren ist in ihrem hinteren, der Wange W_1 zugewendeten Theile so dünn, dass er in den schmäleren Theilen des Schlitzes Platz hat, sein vorderer Theil dagegen ist so dick, dass er zwar bequem durch die runde Erweiterung in der Mitte des Schlitzes geht, an jeder anderen Stelle des Schlitzes dagegen über denselben übergreift und beim Einschrauben in W_1 das Farbgefäss fest an W_1 anpresst. Beim Anschrauben des (etwa behufs Einfüllung von frischer Farbe abgenommenen)

Farbgefässes L wird dessen Stiel so über die 3 Schraubenstifte geschoben, das s_4 mit seinem Schafte durch die mittlere Rundung des Schlitzes, mit seinem vorher vertical gestellten Griffe dagegen durch den Schlitz selbst hindurchgeht, dann wird L soweit gehoben, dass der nur wenig über den Stiel vorstehende Stift s_2 das untere Ende des Schlitzes erreicht, und nun wird s_4 festgeschraubt. Umgekehrt ist beim Abnehmen des Farbgefässes zu verfahren.

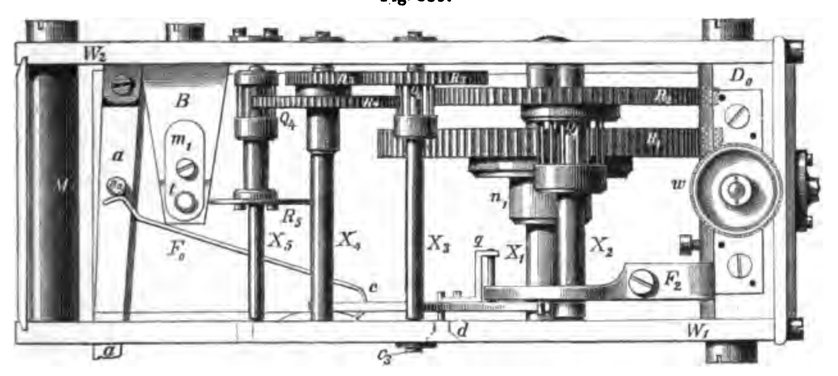
X. **Die Papierführung und der Papierzug.** Die Papierstreifenrolle wird auf die Papierscheibe T, Fig. 355, aufgesteckt, welche aus einer lackirten dünnen, durchbrochenen Stahlscheibe und einem Holzkerne in der Mitte besteht. An dem letzteren ist die Stahlscheibe mittels dreier Schrauben befestigt. In den Holzkern ist eine Messingbuchse eingeschoben, in welche oben eine Stahlplatte eingesetzt ist. Diese Platte ist auf ihrer Unterseite mit einer spitzen Bohrung versehen, in welche die Spitze eines Stahlstiftes hineingreift, welcher in den aus starkem Eisenblech hergestellten und in Nuthen des Untersetzkastens G_0 einzuschiebenden Schieber H eingesetzt ist und der Rolle als Drehaxe dient. Mittels dreier auf dem Schieber durch je zwei Schrauben befestigter Holzklötzchen k wird das Abheben der Scheibe T von ihrer Axe verhütet, weil die Klötzchen mit ihrem etwas vorspringenden oberen Theile (vgl. Fig. 355) über den Rand der Scheibe T übergreifen. Das sich abwickelnde äussere Ende des Streifens wird um das drehbare Holzröllchen q_0 herumgeführt, läuft dann mit einer Wendung um 90° um den in die Vorderwand des Schiebers H eingesetzten Stahlstift j_0 und tritt durch den Schlitz m_0 in der Deckplatte des Kastens G_0 hervor. Darauf wird der Streifen an der Vorderwand W_1 des Laufwerkskastens emporgeführt, um zwischen dem in W_1 eingeschraubten Stift j_1 und dem Farbekästchen L hindurch über das Messingröllchen r, über den Stift j_2 und unter der dünnen drehbaren Stahlwelle i hinwegzugehen und zwischen die Papierzugwalzen P_1 und P zu gelangen; der aus dem Papierzuge austretende Streifen trifft gegen die vordere, abgeschrägte Fläche des Tischchens N_0, läuft daher über das Tischchen N_0 hinweg und bietet dabei dem ablesenden Beamten die Schrift auf seiner Oberseite. Auf das Röllchen r sind zwei verstellbare Hülsen mit hohen Rändern zur bessern Führung des Streifens aufgeschoben. Der jeweilige Papiervorrath auf der Papierscheibe T lässt sich durch das in Fig. 355 vor dem Umschalter sichtbare Fenster im Untersetzkasten G_0 erkennen.

In die obere Walze P, die Druckwalze, ist eine breite ringsumlaufende Einkerbung eingedreht, damit sie die noch feuchte Schrift beim Durchgange des Streifens durch den Papierzug nicht verwische. Diese Walze ist drehbar auf einem in den Hebel Z eingesetzten Stifte be-



festigt. Die Axe des Hebels Z ist einerseits in der Wange W_1, andererseits in einem an W_1 angeschraubten Messingwinkel N gelagert, welcher zugleich auch für die durch die Wange W_1 heraustretende und vor derselben die mit feinen Längsreifeln versehene untere Papierzugwalze P_1 (die Papierwalze) tragende Axe X_4 (Fig. 358) des Laufwerks ein zweites Lager liefert; ausserdem ist auch das Tischchen N_0 auf diesen Winkel N aufgeschraubt. Die Axe des Hebels Z ist auf ihrer oberen Seite abgeflacht, und auf diese Abflachung legt sich für gewöhnlich eine an die Unterseite des Tischchens N_0 angeschraubte Feder mit einem Ansatze an ihrer Spitze, so dass sie die Druckwalze P (wie in Fig. 354) auf die Papierwalze P_1 aufpresst; bei nach links emporgehobenen Hebel Z dagegen greift die Feder rechts über die Abflachung der Axe von Z hinweg und erhält den Hebel Z ruhig in die-

Fig. 359.



ser Stellung, bei welcher sich der Papierstreifen bequem zwischen die Papierzugwalzen einführen lässt[18]).

Wird das Laufwerk in Gang gesetzt und der Hebel Z mit der Walze P auf P_1 herabgelegt, so zieht die vom Laufwerk in Umdrehung versetzte Walze P_1 zufolge der Reibung den Streifen zwischen sich und der mitrollenden Walze P hindurch. Wie aus Fig. 358 zu ersehen ist, drehen sich die Axen X_4 und X_6, von denen die erstere die Papierwalze P_1, die letztere das Schreibrädchen J trägt, da sie beide von der Axe X_3 getrieben werden, in gleichem Sinne; P_1 und J drehen sich daher an den einander zugewandten Seiten in entgegengesetzter Richtung, und ebenso ist die Bewegungsrichtung des unter der Stahlwelle i hinweggehenden und dieselbe dabei in Umdrehung versetzenden Papier-

[18]) Diese Anordnung des Hebels Z und der Feder ist in Fig. 390 in XX. noch deutlicher zu sehen, als in Fig. 354.

streifens der Drehrichtung des unter dem Streifen liegenden und ihn beim Schreiben an seiner Unterseite berührenden obern Randes des Schreibrädchens J entgegengesetzt. Dieser Gegensatz in den Bewegungsrichtungen fördert die scharfe Abgrenzung der geschriebenen Zeichen auf dem Streifen.

Da ferner der Führungsstift j_2 so nahe an der Stahlwelle i angebracht ist, dass der Streifen in einer scharfen Biegung um i herumgehen muss, trifft das Schreibrädchen J nur mit einem kleinen Theile seines Umfanges an den Streifen, und dadurch werden die Schriftzeichen deutlich und scharf begrenzt.

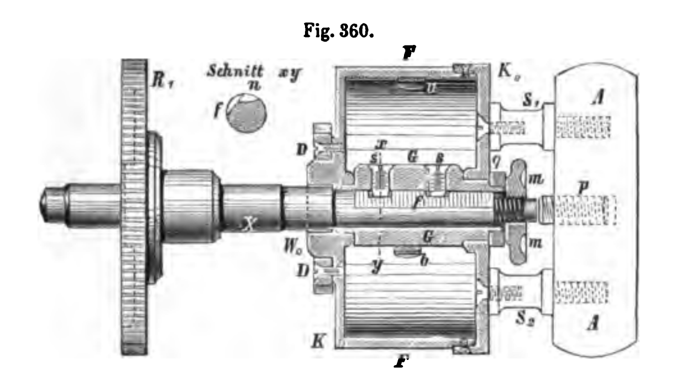
XI. **Das Laufwerk.** Die das Laufwerk treibende Feder ist in dem Federhause F, welches ausserhalb des das ganze Laufwerk umschliessenden Laufwerkskastens liegt, enthalten; wird sie durch Drehung des Federhauses mittels des an ihm durch 2 Stahlsäulchen (S_1 und S_2 in Fig. 360) befestigten Handgriffes A aufgezogen, so strebt sie zunächst die erste Axe X_1 (Fig. 358 und 359; 0,6 natürl. Grösse) in Drehung zu versetzen. Auf X_1 ist durch einen Stift die Nabe n_1 befestigt, und auf diese das Zahnrad R_1 aufgeschoben; mittels dreier Schrauben ist ein Ansatz der Nabe oder Buchse n_1 an das Rad R_1 angeschraubt. Das Rad R_1 greift in den Laternentrieb Q_1 ein, welcher auf die oberhalb X_1 liegende Axe X_2 aufgeschlagen und mit zwei Schrauben mit dem Rade R_2 festverbunden ist. Dieses Rad R_2 steht mit dem zweiten in ähnlicher Weise mit dem kleineren Rade R_3 verbundenen Triebe Q_2 auf der Axe X_3 im Eingriff. Von R_3 aus wird die Bewegung mittels des Rades R_6 auf die Schreibrädchenaxe X_6 und zugleich mittels des kleineren Rades Q_3 auf die oberhalb X_6 liegende Papierwalzenaxe X_4 übertragen, von letzterer endlich durch das mit Q_3 auf derselben Buchse befestigte Rad R_4 und das Getriebe Q_4 auf die Axe X_5 und auf das an Q_4 angeschraubte, mit scharfen hohen Zähnen versehene Schneckenrad oder Steigrad R_5; letzteres steht mit der doppelgängigen Schraube oder Schnecke im Eingriff, auf deren Spindel die Axe des Windflügels (f_1 f_2 in Fig. 366) an gebracht ist. Die Axen sind sämmtlich aus Stahl, die Räder R_1, R_2, R_3, Q_3, R_4 und R_5 aus Messing, die stählernen, fein polirten Stifte der Triebe Q_1, Q_2 und Q_3 stecken in parallelen kreisförmigen Messingscheiben. Die Zähnezahlen der Räder und Triebe sind in Fig. 358 eingeschrieben, und es ergiebt sich daraus, dass auf 1 Umdrehung der Axe X_1 und des Rades R_1 kommen:

$\frac{87}{16}$ Umdrehungen der Axe X_2,
$\frac{87}{16} \cdot \frac{85}{10}$ Umdrehungen der Axe X_3,
$\frac{87}{16} \cdot \frac{85}{10} \cdot \frac{41}{20}$ Umdrehungen der Axen X_4 und X_6,
$\frac{87}{16} \cdot \frac{85}{10} \cdot \frac{41}{20} \cdot \frac{41}{10}$ Umdrehungen der Axe X_5.

Hiernach macht die Papierwalze P_1 nahezu 95 Umdrehungen, während R_1 1 Umdrehung macht. Sollen bei schnellem Telegraphiren die Morsezeichen noch leicht lesbar sein, so müssen etwa 160 cm Streifen in der Minute ablaufen, und dazu muss P_1 bei 5,66 cm Umfang in 1 Minute reichlich 28 Umdrehungen machen, die Axe X_1 aber $28:94,7 = 0,295$ Umdrehungen. Bei vollständig aufgezogener Triebfeder kann die Axe X_1 7 Umdrehungen machen, ehe das Laufwerk still stehen bleibt; demnach bleibt das Laufwerk nach jedem Aufziehen $7:0,295 = 23,7$ Minuten im Gange.

Zu jeder Umdrehung der Axe der doppelgängigen Schnecke und des Windfangs muss sich das Rad R_5 um 2 Zähne bewegen; wenn daher X_4 in der Minute 28 Umdrehungen macht, so wird die Windfangsaxe deren $28 \cdot \frac{41}{10} \cdot \frac{53}{2} = 3042$ in 1 Minute machen.

Fig. 360.



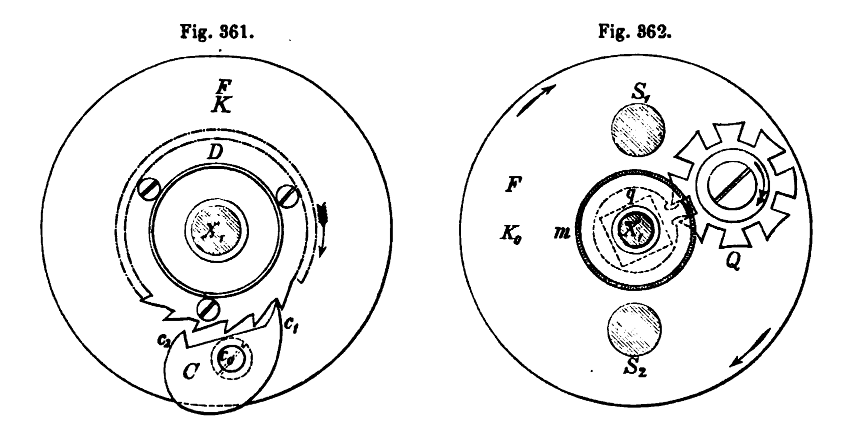
Die Triebfeder ist zwar mit dem einen Ende bei *u* in Fig. 360 ($\frac{1}{2}$ natürl. Grösse) an der Wand des Federhauses befestigt, nicht aber mit ihrem andern Ende an der Axe X_1 selber, sondern vielmehr an einem auf die Axe X_1 aufgeschobenen Kernstücke G. Es soll nämlich behufs bequemer Auswechselung der Triebfeder, das Federhaus F leicht von der Axe X_1 abgenommen werden können. Das aussen vor der vorderen Wange W_1 des Laufwerkskastens befestigte[19]) Federhaus oder die Federtrommel ist gebildet aus einer Kapsel K, auf welcher vorn der etwas über den Rand der Kapsel übergreifende Deckel K_0 mit drei[20]) Schrauben befestigt ist; an diesen Deckel sind die beiden in den hölzernen Handgriff A eingeschraubten stählernen Säulchen S_1

[19]) Bei dem von Siemens & Halske 1870 aufgestellten Modell ohne Uebertragung (vgl. Anm. 15) lag das Federhaus innerhalb des Laufwerkskasten, wie bei dem im XIII. besprochenen Stiftschreiber. Vgl. auch XIV.

[20]) Nicht bloss zwei, wie in Fig. 360 gezeichnet.

und S_2 festgeschraubt. An der Stelle W_0 geht die Axe X_1 durch die Kastenwange W_1 hindurch. Auf die der Wange W_1 zugewendete hintere Seite der Kapsel ist mit drei[20]) Schrauben das scharfzähnige Sperrrad D aufgeschraubt, in dessen Zähne sich abwechselnd die beiden Spitzen c_1 und c_2 des an der Wange W_1 befestigten Sperrkegels C (Fig. 361) einlegen können. Das runde Kernstück G lässt sich in der Axenrichtung im Federhause nicht verschieben, wohl aber kann es sich leicht innerhalb des Trommelgehäuses drehen, da es weder mit K, noch mit K_0 verbunden ist; es besitzt an einer etwas abgeflachten Stelle einen hakenförmigen Ansatz, woran das eine Ende der Triebfeder befestigt wird. Auf der diesem Ansatze entgegengesetzten Seite sind in G zwei Schräubchen s eingeschraubt, deren Spitzen ein Stück über die

Fig. 361. Fig. 362.



innere Fläche des Kernstückes oder der Nuss G vorstehen; das Kernstück G (und das Federhaus F) lässt sich daher nur über die Axe X_1 schieben, wenn es zuvor so gedreht ward, dass die Schraubenspitzen der ebenen Fläche f gegenüberstehen, welche fast auf der ganzen innerhalb des Federhauses liegenden Länge der hier schwach kegelförmigen Axe X_1 angearbeitet ist.

Durch das Aufschieben aber stellen die bis auf die Fläche f herabreichenden Schrauben s die Kuppelung zwischen G und X_1 her. Wird nun durch Drehung des Handgriffs A (nach rechts) die an dem Ansatze b und mit dem andern Ende an dem an die Kapsel K angenieteten Haken u befestigte, spiralförmig um G herumgewickelte stählerne Triebfeder von ungefähr 3,3 m Länge, 34 mm Breite und 0,4 bis 0,5 mm Dicke in zahlreichere und engere Windungen gelegt und dadurch ge-

[20]) Nicht blos zwei, wie in Fig. 360 gezeichnet.

spannt, so strebt sie das Kernhaus G und dadurch die Axe X_1 in demselben Sinne (rechts herum) zu drehen. Dabei folgt ihr zunächst nur das Kernhaus, weil auf der Axe X_1 an die Fläche f anschliessend und den beiden Schrauben s gegenüberliegend noch zwei Einschnitte n eingearbeitet sind, wie dies der in Fig. 360 mit beigegebene Schnitt nach der Linie xy deutlicher erkennen lässt, und weil desshalb das Kernstück G dem Zuge der Feder soweit folgen kann, bis die Schrauben s in die Einschnitte n eingetreten sind. Eine weitere Drehung kann G dann nur machen, wenn es die Axe X_1 mitnehmen kann, d. h. wenn das Laufwerk nicht gebremst ist. Auch schon während die Schrauben s noch nicht in die Einschnitte n eingetreten sind, verhindert zwar die Mutter m, welche zugleich den über das vierkantige Ende des Kernstücks G aufgesteckten Controlzahn q festhält, eine Verschiebung des Kernstücks und des Federhauses auf X_1; dies allein würde jedoch nicht die nöthige Sicherheit gewähren, weil durch die fortwährenden Erschütterungen beim Gange des Laufwerks die Mutter m sich leicht lockern, dann sich G auf X_1 verschieben und das Gesperre D, C ausser Wirkung gesetzt werden könnte; deshalb sind die Einschnitte n angeordnet worden.

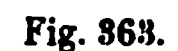
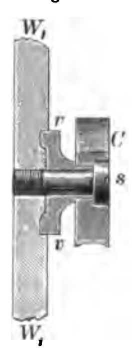


Fig. 363.



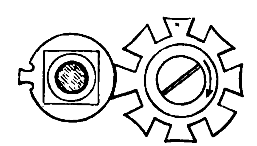
Ist die Triebfeder durch Umdrehen des Handgriffs A in Richtung des glatten Pfeiles in Fig. 362 gespannt worden, so strebt sie natürlich auch das Federhaus wieder rückwärts zu drehen. Dies verhindert jedoch die in der Rückansicht Fig. 361 (0,6 der natürl. Grösse) sichtbare Sperrklinke C, welche unterhalb der Axe X_1 auf der Gestellwand W_1 befestigt ist; weil aber diese Sperrklinke[21]) die ganze Kraft der Triebfeder bez. des Aufziehenden auszuhalten hat, so muss sie sehr sorgfältig befestigt werden. Sie wird daher jetzt nicht mehr (so wie dies bezüglich Q in Fig. 372 auf S. 451 gezeichnet ist) einfach auf W_1 aufgeschraubt, sondern — was aus Fig. 363 (in ganzer natürl. Grösse) deutlicher zu ersehen ist — auf den vorstehenden Zapfen c_0 eines in die Wange W_1 eingelassenen ringförmigen Stahlstückes v; dabei ist also die Befestigungsschraube s vollkommen entlastet. Der Schwerpunkt der Klinke C liegt in Fig. 361 etwas links von c_0, und desshalb legt sich die Klinke

[21]) Und in ähnlicher Weise auch das mit dem Controlzahne q im Eingriffe stehende Stellungsrädchen, Kreuzrädchen oder Controlrädchen Q; daher ist auch das letztere auf eine in den Deckel K_0 des Federhauses F eingelassene, mit einem Stellstifte versehene Messingscheibe v (vgl. Fig. 365; ganze natürl. Grösse) aufgesteckt. — Andere Vorkehrungen gegen ein Brechen der die Bewegung auf Q übertragenden Theile sind im Journal télégraphique, Bd. 4, S. 438 beschrieben.

selbstthätig mit ihrem Zahne c_1 in die Zähne des Sperrrades D ein und verhindert die Drehung von D und K d. h. F in der Richtung des gefiederten Pfeiles. Beim Aufziehen dreht sich D in dem dieser Pfeilrichtung entgegengesetzten, durch den glatten Pfeil in Fig. 362 angedeuteten Sinne, und dabei schieben die Zähne von D der Reihe nach den Zahn c_1 zur Seite, um an ihm vorüberzugehen; hierbei wird aber zugleich der zweite Zahn c_2 der Klinke C soweit gehoben, dass er in eine Zahnlücke von D eintritt. Die Folge davon ist, dass bei fortgesetztem Aufziehen der nächstfolgende Zahn von D auf den Zahn c_2 wirkt und durch ihn den Zahn c_1, sowie derselbe nur die Spitze des ihn zur Seite schiebenden Zahnes von D überschritten hat, sofort wieder in D einlegt; sollte aber bei aus D ausgerücktem Zahne c_1 mit dem Aufziehen inne gehalten werden und C sich zufällig nicht gleich wieder in D einlegen, so würde dies D selbst unverzüglich herbeiführen, weil der zuletzt an c_2 vorübergegangene Zahn von D beim Rückgange auf c_2 wirken und dadurch c_1 wieder in D einlegen muss.

Will man das Federhaus F von der Axe X_1 abziehen, so muss man erst unter fortgesetztem Lüften der Sperrklinke C vorsichtig die Feder abspannen, soweit die Controlvorrichtung es zulässt; dann schraubt man die Mutter m ab, welche sich dabei auf den in den Griff A eingeschraubten Schraubenstift p aufschraubt und für das spätere Wiederaufschrauben auf X_1 dienstbereit hält; darauf dreht man mittels des Griffes A das Federhaus zunächst soweit nach rechts herum, dass der Sperrzahn c_1 eben ausser Eingriff mit D kommt und ein Rückwärtsdrehen des Federhauses gestattet; indem man jetzt die Sperrklinke mittels eines unter ihre mit einer Furche versehene gewölbte untere Fläche gesteckten federnden Gegenstandes, z. B. mittels eines dünnen Drahtes, in dieser Lage zu erhalten sucht, dreht man das Federhaus noch soweit zurück (nach links herum), dass die Schrauben s aus den Einschnitten n heraustreten, und kann nun erst das Federhaus von der Axe abziehen. Dass sich dann nach erfolgtem Abziehen die Feder nicht ganz abspannt, verhindert die Controlvorrichtung in der gleich eingehender zu besprechenden Weise.

Fig. 364.



In Fig. 364 ist in 0,6 der natürl. Grösse die Controlvorrichtung abgebildet, welche eine zu lange fortgesetzte Drehung der Trommel F beim Aufziehen und ein dadurch veranlasstes zu starkes Anspannen und Sprengen der Triebfeder verhindert, ebenso aber auch dem Ablaufen und Abspannen der Feder schliesslich eine Grenze setzt. Der Griff A ist in dieser Figur weggenommen, die Mutter m, Fig. 362, abgeschraubt gedacht. Von den 8 Zähnen des stählernen Controlrades

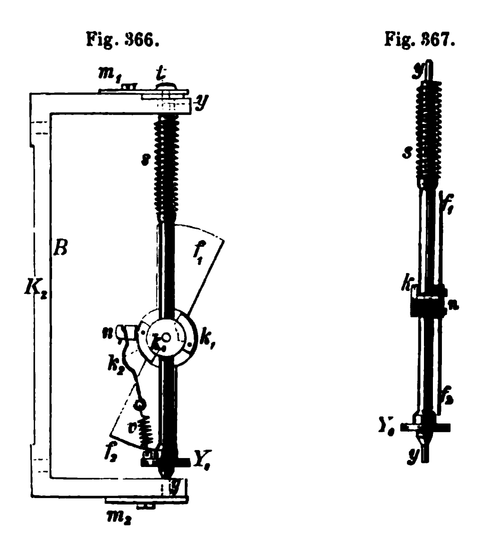
(Stellungs- oder Kreuzrädchen) Q sind sieben an ihrer Mantelfläche so ausgehöhlt, dass sie sich in der aus Fig. 364 ersichtlichen Weise an den auf das vierkantige Ende des Kernstückes G aufgesteckten Stahlring q mit einem einzigen über die Aussenfläche des Ringes etwas hervortretenden Zahne — dem Controlzahne — anschmiegen können; der achte Zahn des Controlrades ist dagegen auf seiner Mantelfläche nach aussen abgerundet. Das Controlrad Q dreht sich leicht auf seiner messingenen Axe, welche in den Deckel K_0 der Federtrommel ein wenig eingesenkt und an ihm mittelst eines Stellstiftes und einer Schraube befestigt ist. So lange die Federtrommel F still steht, ist dieses daher auch bei Q der Fall, abgesehen von einer etwaigen Drehung des Controlrades um seine eigene Axe. An der Drehung des Federhauses F beim Aufziehen dagegen muss natürlich auch Q theilnehmen, und Q gleitet hierbei mit der Höhlung eines seiner Zähne auf der Mantelfläche des Ringes q fort. Q muss also bei jeder Umdrehung der Trommel F einmal über den (ganz, oder doch nahezu) still stehenden Controlzahn q hinweggehen; dies ist möglich, weil der Controlzahn in eine Zahnlücke des Rädchens Q eintreten kann; indem und weil dies geschieht, muss aber zugleich die gleitende Bewegung des Rädchens Q durch den still stehenden Controlzahn q in eine wälzende verwandelt und Q um einen Zahn in der Richtung des zweispitzigen ungefiederten Pfeiles gedreht werden. Dies geht aber nur so lange, bis endlich der nach aussen gewölbte Zahn des Controlrädchens Q in diejenige Lage gekommen ist, in welcher er gegen die in Fig. 362 unten liegende Ringkante aufstösst und eine weitere Drehung der Federtrommel verhindert. Bei dieser Stellung soll die Feder bis zu dem überhaupt zulässigen höchsten Masse gespannt sein, und darnach ist die anfängliche gegenseitige Stellung von q und Q zu richten.

Fig. 365.

Beim Ablaufen des Laufwerks geschieht das Entgegengesetzte: da stehen Q und F still und q dreht sich mit G und der Axe X_1. Bei jeder Umdrehung der Axe X_1 greift ebenfalls der Controlzahn q einmal in das Controlrad Q ein, dreht dasselbe jedoch in der dem zweispitzigen Pfeile entgegengesetzten Richtung um einen Zahn. Es wird deshalb schliesslich der nach aussen gewölbte Zahn von Q in diejenige Stellung gegen den oberen Rand des Stahlringes q zu stehen kommen, in welcher er früher dem untern Rande gegenüber stand, und dann ist eine weitere Drehung der Axe X_1 durch die Spannkraft der Triebfeder unmöglich, das Laufwerk steht still. In dieser Stellung ist natürlich die Triebfeder

noch nicht vollständig abgelaufen und abgespannt, weil sie ja bis zu dem Momente, in welchem diese Stellung eintritt, das Laufwerk und den Streifen noch regelmässig bewegen soll, also auch noch eine dazu ausreichende Spannung und Kraft haben muss.

Als Regulator für die Ablaufgeschwindigkeit des Triebwerkes dient der schon erwähnte Windflügel $f_1 f_2$, Fig. 366 u. 367 (0,6 der natürl. Grösse), welcher seitwärts an der Axe y der zweigängigen Schnecke oder Schraube ohne Ende s befestigt ist. Die lothrechte Axe y läuft an beiden Enden in feine Zapfen aus, welche durch die beiden rechtwinkeligen Ansätze des an die hintere Kastenwange W_2 festgeschraubten Messingwinkels B frei hindurchgehen — in dem obern Ansatze durch



eine in denselben eingesetzte Messingbuchse — und bis an die Flächen der auf bez. unter diesen Ansätzen angeschraubten länglichen Messingplatten m_1 und m_2 reichen. In einer Ausbohrung der oberen Messingplatte m_1 ist genau über dem Zapfen der Axe y ein kleiner Achatstein t eingesetzt, gegen dessen fein polirte untere Fläche sich der ebenfalls fein polirte Zapfen der Axe y anlegt, während das Triebwerk läuft, weil dabei das die Bewegung auf die Schraube ohne Ende s übertragende Schneckenrad R_5 auf die Unterseite der Schraubengänge wirkt und die Schraube sammt ihrer Axe nach oben drückt. In gleicher Weise stützt sich der untere Zapfen dieser Axe, während das Laufwerk still steht, auf eine in eine Ausbohrung der unteren Messingplatte m_2 eingesetzte Stahlplatte, oder auch auf m_2 selbst.

Auf der Axe y, ungefähr in der Mitte ihrer Länge, ist eine mit

2 Zapfen versehene kleine Stahlkugel aufgelöthet; der eine längere dieser Zapfen, k_0, greift in den in Fig. 366 mit voller Fläche sichtbaren Boden der Kapsel k hinein. Auf der dem Boden gegenüberliegenden Seite ist die Kapsel offen und nur mit einem über ihre cylindrische Wandung ein wenig vorstehenden Rande versehen. Von der Wandung sind oben und unten ein Theil segmentartig abgeschnitten, an jedem der von ihr übrig bleibenden Seitentheile k_1 und k_2 jedoch der Rand nach einer Seite hin etwas überragend stehen gelassen, so dass diese Theile eine flügelartige Gestalt annehmen. Mit ihrer offenen Höhlung wird die Kapsel k in der Richtung des Zapfens k_0 auf diesen aufgeschoben, bis sie mit dem Boden an der Stahlkugel anliegt; dann wird auf den beiden flügel- oder lappenartigen Seitentheilen k_1 und k_2 mittels einer quer über die Lappen k_1 und k_2 gelegten schmalen Messingschiene n der zweiflügelige Windfang $f_1 f_2$ durch zwei Schrauben befestigt. Der Doppelflügel $f_1 f_2$ besitzt in der Mitte ein Loch, und durch dieses tritt der zweite Zapfen der Kugel in ein entsprechendes Loch in der Schiene n ein. Kapsel, Schiene und Windfang können sich daher um die beiden Zapfen frei drehen.

In den Einschnitt in dem über den Lappen k_2 vorstehenden, bis zur Mitte der Axe y zurückgebogenen Ende der Schiene n ist ein an seinen Enden zu zwei Häkchen umgebogener Stahldraht eingehängt, während in den unteren Haken das obere Ende einer feinen Spiralfeder v eingehakt ist, deren unteres Ende an einem Ansatze auf den fest mit der Axe y verbundenen Messingscheibchen Y_0 befestigt ist.

So lange das Triebwerk nicht läuft, dreht die schwach gespannte Feder v die Kapsel k nebst dem Flügel $f_1 f_2$ soweit herum, bis die Lappen k_1 und k_2 an die Axe y anstossen. Wird das Laufwerk in Gang gesetzt, so strebt die Centrifugalkraft den Flügel $f_1 f_2$ von der Axe y zu entfernen und dreht denselben desshalb um die Zapfen nach der horizontalen Stellung hin, in welcher er normal zur Axe y stehen würde. Dieser Drehung widersetzt sich die Feder v und zwar bei allen Stellungen des Flügels und der Schiene n mit nahezu derselben Kraftäusserung; denn je mehr sich der Flügel seiner horizontalen Lage genähert hat, desto grösser ist zwar die dermalige Spannung der Feder v, desto kleiner ist aber zufolge der Drehung der Schiene n zugleich auch der Hebelarm geworden, an welchem die Feder v wirkt, und weil für die Drehung das Kraftmoment (Kraft mal Hebelarm) massgebend ist, so widersetzt sich v der Vergrösserung der Drehung in jeder Flügellage mit nahezu gleichem Wirkungsvermögen. Die Centrifugalkraft ist abhängig von der Drehgeschwindigkeit der Axe y; desshalb ist durch diese Geschwindigkeit, d. h. durch die Laufgeschwindigkeit des Triebwerks, die Flügelstellung bedingt, bei welcher die Momente der Centri-

fugalkraft und der Federspannung einander gleich sind. Jede auftretende Vergrösserung (oder Verkleinerung) der Laufgeschwindigkeit zieht eine Vergrösserung (oder Verkleinerung) des Flügelausschlags nach sich, damit aber zugleich eine Vergrösserung (oder Verkleinerung) des Widerstandes, welchen der sich drehende Flügel in der Luft findet, und bewirkt also hierdurch von selbst wieder eine Verminderung (oder Vergrösserung) der Laufgeschwindigkeit. Demnach wird jede Abweichung von der normalen Laufgeschwindigkeit und aus der zugehörigen normalen Flügelstellung sich, unter einigen rasch verlaufenden Wechseln, von selbst beseitigen und die normale, gleichmässige Laufgeschwindigkeit erhalten werden.

Fig. 368.



Das schon erwähnte Messingscheibchen Y_0 auf der Axe y dient zum Bremsen des Laufwerks. Gegen dasselbe presst sich, so lange der Bremshebel a, wie in Fig. 354, nach rechts steht, die in der Höhe von Y_0 an die vordere Kastenwange W_1 angeschraubte, entsprechend gebogene Bremsfeder F_0 (Fig. 359) an und verhindert dadurch die Bewegung der Axe y und des ganzen Laufwerks. Der Hebel a geht durch einen Ausschnitt der Wange W_1 hindurch und ist in der Nähe der hinteren Wange W_2 um eine Schraube in einem in W_2 eingesetzten geschlitzten Messingstücke drehbar. Wird er um die von dieser Schraube gebildete Axe nach links bewegt, so wirkt ein auf ihm befestigter Stahlstift s_0 mit seiner verticalen Kante auf das umgebogene Ende der Stahlfeder F_0, drängt sie (wie in Fig. 359 gezeichnet) von

der Scheibe Y_0 hinweg und gestattet dem Laufwerke, wenn es aufgezogen ist, zu laufen. Wird der Hebel a wieder nach rechts gedreht, so federt F_0 zurück, legt sich bremsend wieder an Y_0 und bringt dadurch das Laufwerk zum Stillstand.

Die bisher nach und nach besprochenen Theile des Laufwerks sind in einem kastenförmigen Gehäuse untergebracht, an welchem auch die Papierführung, die schreibenden und die elektrischen Theile in geeigneter Weise angebracht sind. Die rahmenförmige Grundplatte G des Laufwerkskastens ist auf den Untersatzkasten G_0 befestigt durch zwei messingene Schrauben, welche von der Unterseite der Untersatzkastendecke her durch diese hindurch in die Grundplatte eingeschraubt sind; von oben her ist die Platte G an ihren vier Ecken durch vier eiserne Schrauben auf den Kasten G_0 festgeschraubt. Ausser dem in VIII. erwähnten Loche für die Platte e, Fig. 356, enthält G ein grösseres viereckiges Loch, um welches herum die vier Kastenwände stehen, wie aus Fig. 359 zu ersehen ist. Die Vorder- und Rückwand des Kastens bilden die beiden starken Messingwangen W_1 und W_2, welche namentlich auch als Lager für die Triebwerksaxen dienen; sie sind an den vier Ecken durch vier starke, runde Messingstäbe M fest mit einander verbunden, mit denen jede Wange von aussen durch vier Schrauben Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 verschraubt ist. In die beiden unteren Stäbe M sind zwei durch die Löcher in der Decke des Untersatzkastens G_0 hindurchgesteckte eiserne Schrauben eingeschraubt, welche die Wangen auf den Rahmen G festhalten. Die rechte Wand des Kastens bilden die beiden ebenfalls in VIII. besprochenen Platten U und V. Links ist der Kasten durch eine dünne Messingplatte abgeschlossen, welche in Nuten der Wangen W_1 und W_2 eingeschoben ist und leicht herausgezogen werden kann, was in ganz gleicher Weise von der Messingplatte D gilt, welche die obere Oeffnung des Kastens bis zu dem schmalen festliegenden Theile D_0 des Kastendeckels hin (vgl. VIII.) verschliesst. Der Untersatzkasten G_0 ist, soweit er über den zugleich als Boden dienenden Schieber H (vgl. X.) hinausreicht, mit einem besonderen Boden nicht versehen. Plättchen c_2, c_3, c_4 (Fig. 354) verschliessen die Zapfenlöcher in W_1 und W_2.

XII. **Einrichtung zur Uebertragung.** Wenn der Normalfarbschreiber als Uebertrager benutzbar sein soll, so bekommt er anstatt des Ständers S (vgl. VIII.) zwei getrennte und gegen einander isolirte Ständer S_1 und S_2, Fig. 368 ($\frac{1}{2}$ natürl. Grösse). Auf der rahmenförmigen Grundplatte G des Laufwerkskasten sind die links und rechts ausgerundete Ebonitplatte P und der unter dieselbe greifende Ebonitwinkel Q mittels dreier Schrauben befestigt. Die in Fig. 368 sichtbaren Ecken der Grundplatte G enthalten die Löcher für die Schrauben, womit G auf



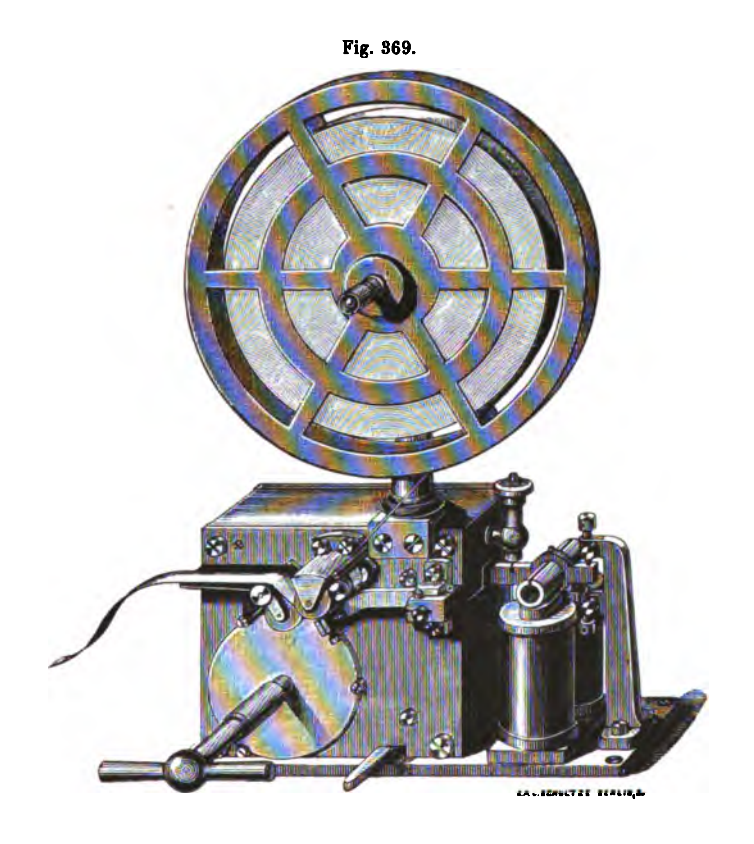
dem Untersatzkasten G_0 befestigt wird, wesshalb eben P und Q an diesen Stellen eine Ausrundung für die Köpfe der beiden Schrauben erhalten mussten. Auf die Ebonitplatte P durch je zwei Schrauben aufgeschraubt und durch sie gegen die Platte G isolirt sind die beiden messingenen Ständer S_1 und S_2, an deren durch einen Zwischenraum von einander getrennten Fussplatten m_1 und m_2 mittels Klemmschrauben die beiden Zuleitungsdrähte d_1 und d_2 befestigt sind; die von unten in die Fussplatten m_1 und m_2 eingeschraubten Schrauben haben ihre Köpfe in Aushöhlungen der Platte P liegen, so dass die Köpfe jedenfalls noch durch den Winkel Q gegen die Grundplatte G isolirt sind. Oben sind an die beiden Ständer S_1 und S_2 zwei mit ihren der Länge nach geschlitzten Enden einander zugewandte Ansatzstücke A_1 und A_2 angebracht, worin mittels der Pressschrauben s_1 und s_2 die Contactschrauben C_1 und C_2 senkrecht über einander festgestellt werden. Jeder Ständer ist mit seiner Fussplatte und seinem Ansatzstücke aus dem Ganzen gegossen. Zwischen C_1 und C_2 spielt das vordere Ende des Ankerhebels n, welcher auf seiner oberen und unteren Fläche mit kleinen Platinplatten armirt ist (während er in Fig. 255 auf S. 471 des I. Bandes als auf seiner Unterseite mit einer Contactfeder ausgerüstet gezeichnet ist). Auch auf die Schrauben C_1 und C_2 sind an ihren Enden Platinplättchen aufgelegt. Wie es für die Zwecke der Uebertragung nöthig ist, wird der vom Telegraphircontacte C_1 kommende isolirte Draht d_1 unter dem Untersatzkasten nach einer auf dem letzteren angebrachten (mit dem Buchstaben „T“ bezeichneten) Schiene geführt, welche mit der Batterie verbunden ist; ebenso der vom Ruhecontacte C_2 kommende Draht d_2 nach einer zweiten durch die Rollen des zweiten Uebertragers mit der Erde zu verbindenden (mit „R“ bezeichneten) Schiene; von einer dritten mit der einen Telegraphenleitung zu verbindendn Schiene läuft ein isolirter Draht nach dem Apparatkörper und setzt diese durch ein „K“ gekennzeichnete Schiene mit dem Rahmen G, somit durch die Wangen W_1 und W_2 auch mit dem Schreibhebel n in leitende Verbindung.

2. *Der Stiftschreiber von Siemens und Halske.*

XIII. In Fig. 369 ist ein sich in mehreren Beziehungen an den Normalfarbschreiber anschliessender Stiftschreiber von Siemens und Halske (Modell von 1872) abgebildet, zu dessen Erläuterung wenige Worte genügen werden. Die Elektromagnete stehen fest auf der Grundplatte. Der Schreibhebel liegt vor dem Laufwerkskasten, also nicht in der Verlängerung des Ankerhebels, mit welchem er auf gemeinschaftlicher Axe sitzt. Die Papierrolle ist an den Laufwerkskasten ange-

schraubt; der Papierstreifen läuft von ihr über Führungsröllchen unterhalb der festliegenden und vom Laufwerke in Umdrehung erhaltenen oberen Papierzugwalze herum und zwischen ihr und der durch eine Feder gegen sie angedrückten unteren Walze hindurch, um endlich über ein Tischchen hinwegzugehen. Das Federhaus des Triebwerkes liegt zwar innerhalb des Laufwerkskastens, zu seiner Auswechselung

Fig. 369.

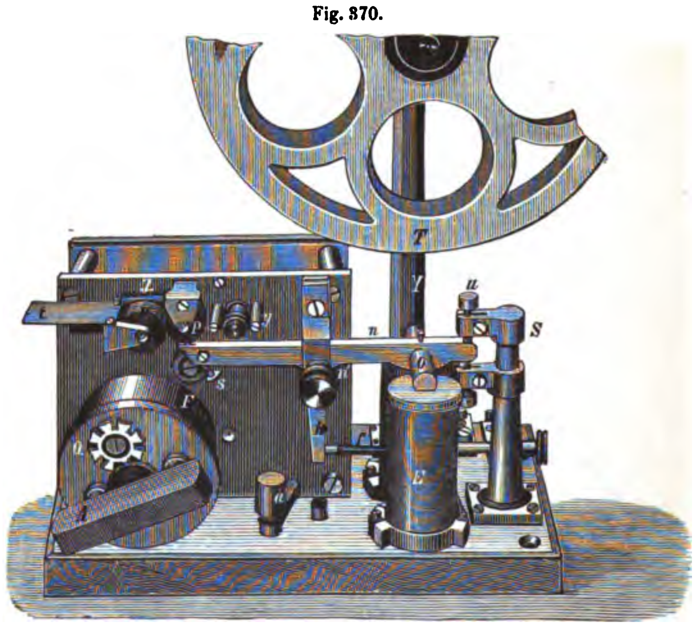


ist jedoch nicht ein Auseinandernehmen des ganzen Kastens erforderlich, sondern es genügt, die in Fig. 369 um den Griff zum Aufziehen herum sichtbare kreisrunde Platte von der vorderen Kastenwand abzuschrauben, damit dann das Federhaus nebst dem an ihm befestigten ersten Triebrade des Räderwerks herausgenommen werden kann. Es ist dies eine von Siemens und Halske zuerst angewandte Anordnung zu bequemerer Auswechselung des Federhauses. Vgl. Anm. 19 auf S. 439.

3. *Stiftschreiber und Farbschreiber von Gurlt.*

XIV. Bei dem in Fig. 370 abgebildeten Stiftschreiber von W. **Gurlt**, in Berlin bilden der Schreibhebel und der Ankerhebel *n* ein geradliniges Ganze, welches bei *n'* an der vorderen Wange des Laufwerkskastens gelagert ist; desshalb steht der Elektromagnet etwas vor dem Kasten vor, und hinter ihm hat der Ständer *Y* für die Papierrolle *T* Platz gefunden. Die regulirbare Abreissfeder *f* reicht von der Säule *S* bis zu dem nach unten gerichteten Fortsatze *h* des Ankerhebels *n*. Das Federhaus *F*, woran der Griff *A* zum Aufziehen befestigt ist, liegt vor dem Kasten und besitzt die auf S. 439 besprochene und abgebildete Einrichtung, welche eine bequemere Auswechselung des Federhauses gestattet.

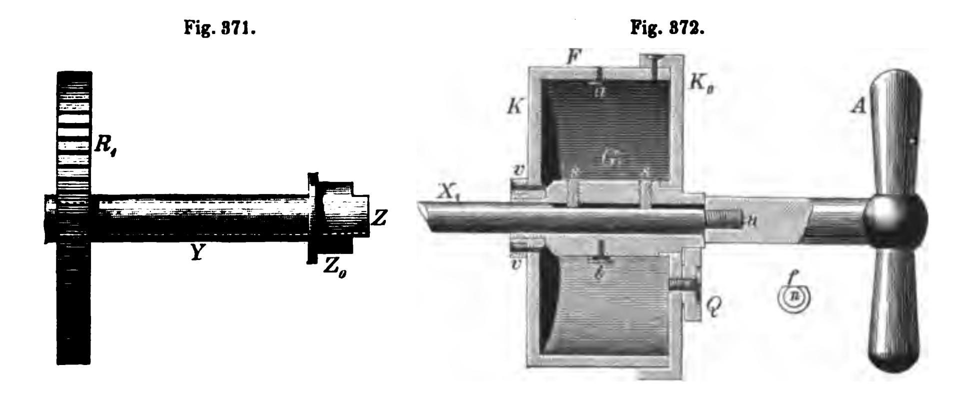
Fig. 370.



Gurlt hat überhaupt zuerst und zwar im Mai 1866 das Federhaus an die Aussenseite des das Triebwerk enthaltenden Kastens verlegt, jedoch nicht in der eben in Bezug auf Fig. 370 erwähnten und auf S. 439 ausführlich besprochenen Weise, bei welcher der Griff zum Aufziehen am Federhause selbst befestigt ist, sondern unter Beibehaltung der bis dahin üblichen Aufsteckung dieses Griffes auf die stählerne Axe des

Federhauses, bei welcher, weil dabei ja beim Ablaufen des Triebwerkes die Axe still steht und die Bewegung von dem von der sich abspannenden Triebfeder in Umdrehung versetzten Federhause ausgeht, auch das erste Rad des Triebwerks mit dem Federhause fest verbunden sein muss. Beim Aufziehen dagegen dreht sich natürlich die Axe und

Fig. 371. Fig. 372.



spannt dadurch die Feder, während das Federhaus entweder still steht, oder — bei laufendem Werk — von der Triebfeder gedreht wird. Da diese Anordnung noch jetzt, namentlich für Eisenbahnen, oft ausgeführt wird, so mag auch sie hier kurz beschrieben werden.

Das erste Triebrad R_1, Fig. 371, ist nicht fest mit dem Federhause F, Fig. 372 ($\frac{1}{2}$ natürl. Grösse), selbst verbunden, sondern auf einer Buchse Y befestigt, deren vorderster, vor die Vorderwand des Laufwerkskastens vortretender und etwas stärkerer Theil Z_0 in einen flach abgesetzten Zapfen Z endet; die beiden zu beiden Seiten der Axe X_1 liegenden Theile dieses Zapfens werden in einen quer durchgehenden Einschnitt eines an die Rückwand K des Federhauses angegossenen, röhrenförmigen Vorsprunges hinein gesteckt. Die beiden stehen gebliebenen Theile c, c, Fig. 373, des Vorsprunges sind durch einen um sie gelegten Ring v gegen Beschädigung beim Aufstecken des Federhauses geschützt. Die genannte Buchse Y nun dreht sich lose auf der im Gestell gelagerten Axe X_1, welche um die Breite des Federhauses und des Kernstückes G über die vordere Kastenwand vortritt und mit der Schraube n auch noch über das Kernstück vorsteht. Die Axe X_1 ist, wie der in Fig. 372 beigegebene Schnitt derselben deutlicher

Fig. 373.



erkennen lässt, fast auf ihrer ganzen innerhalb des Federhauses liegenden Länge mit einer ebenen Fläche *f* versehen, auf welche sich die Endflächen der beiden, gegenüber der Befestigungsstelle *b* für das eine Ende der Triebfeder, in das Kernstück *G* eingesetzten und auf dessen Innenseite ein Stück vorstehenden Stifte *s* aufsetzen, wenn das Federhaus und das in diesem sich lose drehende Kernstück *G* auf die Axe X_1 aufgeschoben werden. Nach diesem Aufschieben stellen die Stifte *s* eine feste Verbindung zwischen der Axe X_1 und dem Kernstücke *G* her, ausserdem ist aber das Federhaus vor dem Aufschieben auf dem Kernstücke *G* so zu drehen, dass der Zapfen *Z* in den Einschnitt des Vorsprunges *c c* eintreten kann und dadurch auch das Federhaus mit der Buchse *Y* fest verbunden wird, worauf dann das auf dieser sitzende Rad R_1 das übrige Räderwerk treiben kann. Wird endlich noch der Handgriff *A* auf die Schraube *n* der Axe X_1 aufgeschraubt, so hält er nicht nur das Kernstück und Federhaus auf dieser fest, sondern er kann auch zum Aufziehen der mit ihrem andern Ende bei *a* an der Federhaustrommel befestigten Triebfeder dienen. Wird der Griff *A* wieder abgeschraubt, so lässt sich das Federhaus und das Kernstück von der Axe X_1 herabziehen, ein anderes Federhaus auf dieselbe aufschieben und auf ihr befestigen. An die Vorderwand K_0 des Federhauses ist jetzt ebenfalls unter Vermittelung eines messingenen Axstückes (vgl. Anm. 21 auf S. 441 und Fig. 365) das stählerne Controlrad *Q* aufgeschraubt, während der in Fig. 372 nicht sichtbare Controlzahn in das Kernstück *G* eingesetzt ist.

4. *Der polarisirte Farbschreiber der indo-europäischen Linie.*

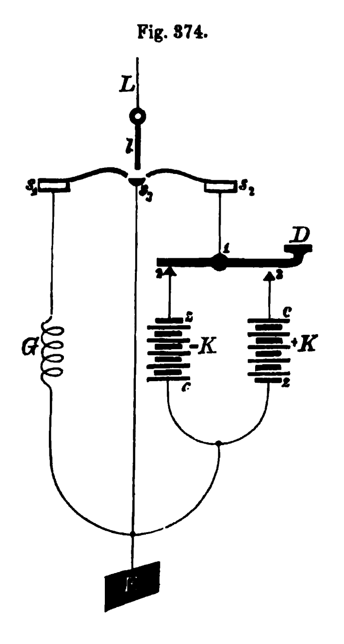
Für die 1868 und 1869 von Siemens & Halske für die indo-europäische Telegraphengesellschaft gebaute indo-europäische Linie (vgl. Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, Bd. **14**, S. 154 bis 174; Bd. **15**, 207) wurden von Siemens und Halske besondere, von den älteren (vgl. Handbuch, **1**, 465) etwas abweichende polarisirte Farbschreiber gebaut. Für dieselben kamen theils automatische Sender (vgl. Handbuch, **1**, 524) zur Verwendung, theils Handtaster.

XV. **Der Wechselstromtaster mit Entladungscontact.** Der in Fig. 375 bis 378 abgebildete Wechselstromtaster hat im wesentlichen die nämliche Bestimmung wie der etwas ältere, in seiner Handhabung minder bequeme Submarinschlüssel von Siemens und Halske (vgl. Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, Bd. **6**, S. 100) und verwandte Wechselstromtaster: den Empfänger während des Telegraphirens auszuschalten, vor seiner Wiedereinschaltung aber die Leitung zur Erde zu entladen.



Die allgemeine Einrichtung solcher Wechselstromtaster skizzirt Fig. 374. Die Leitung L ist an einen Umschalterhebel l geführt, welcher zur Berührung mit der einen, oder der andern von zwei Contactfedern s_1 und s_2 gebracht werden kann, beim Uebergange aus der einen Lage in die andere aber über einen zur Erde E abgeleiteten Contact s_3 hinstreicht. Liegt l an s_1, so ist der Empfänger G zwischen Leitung L und Erde E zum Empfangen eingeschaltet. Liegt dagegen l an s_2, so ist der Taster D zum Geben eingeschaltet und der Empfänger G der Wirkung der Entladungsströme gänzlich entzogen; drückt man dabei den Tasterhebel auf den Arbeitscontact *3* nieder, so tritt der Strom der Arbeitsbatterie $+K$ in die Leitung L, der Strom der Gegenbatterie $-K$ hingegen, wenn der Tasterhebel auf den Ruhecontact *2* zurückkommt (vgl. Fig. 311, S. 377). Wird der Hebel l endlich von s_2 nach s_1 zurückgeführt, so wird bei seinem Hinwegstreifen über s_3 die letzte Entladung aus L zur Erde E abgeführt, ohne dass sie durch den Empfänger G gehen kann.

Fig. 374.



In Fig. 375 und 376 nun ist die Leitung L zwar an die in den beiden Ständern b und b' gelagerte Tasteraxe a geführt, auf dieser Axe a aber sitzt zunächst nur das gabelförmige Metallstück *3*, an welches der Metallhebel *2* isolirt angeschraubt ist, während auf der in der Gabel gelagerten Axe d der Hebel *2* sitzt. Mittels einer Halsschraube *5* ferner ist an dem Hebel *2* noch der Winkelhebel *4* befestigt und wird durch eine Spiralfeder t rechts herum so weit gedreht, als ein an dem Hebel *2* steckender Anschlagestift i gestattet. Auch auf den Hebel *2* wirkt mittels eines am Hebel *2* angebrachten Zwischenstückes von geeigneter Gestalt die Spiralfeder f und strebt denselben aus der in Fig. 375 gezeichneten Arbeitslage soweit nach rechts zu drehen, dass er mit dem Contactstifte s an seinem rechten Ende sich auf den etwas nachgiebigen Contact o auflegt. Der Zug der rechts von der Axe a angreifenden Feder f überträgt sich natürlich auch auf den Hebel *1* und legt denselben an den Contact n an, an dessen Schiene der Zinkpol Z der Gegenbatterie B_2 gelegt ist, während der Kupferpol K der Arbeits-

Fig. 375.

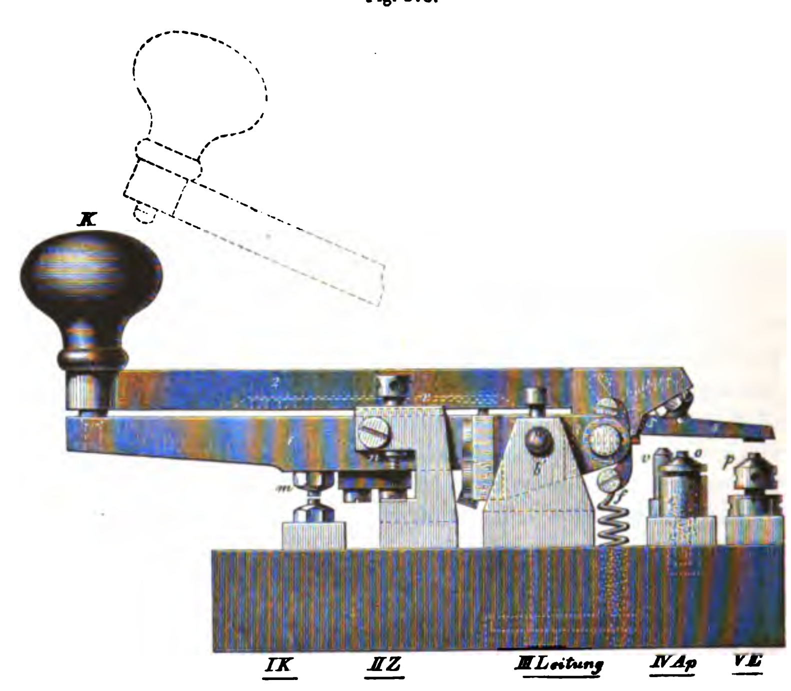
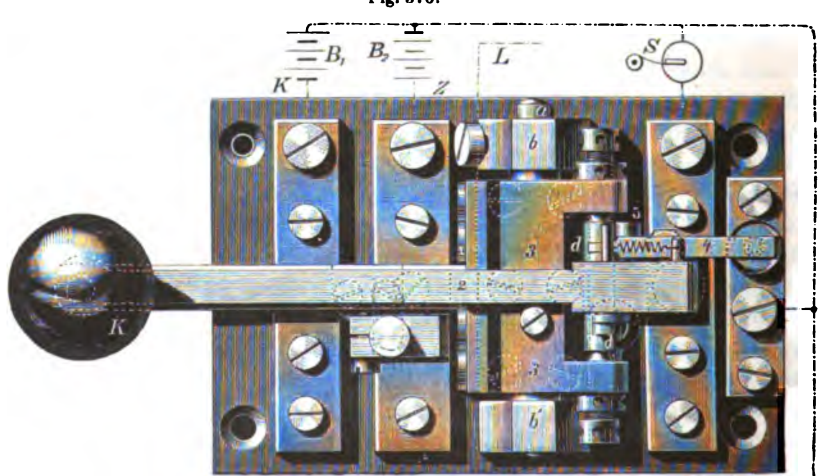


Fig. 376.

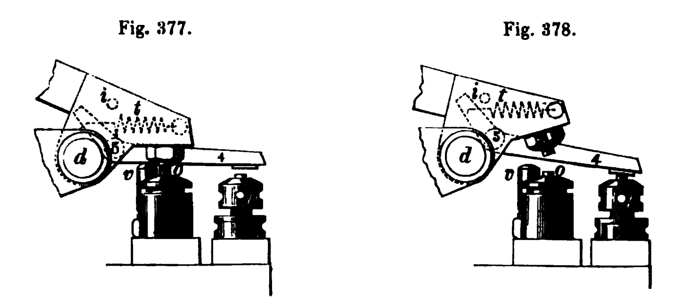


batterie B_1 an die Schiene mit dem Contacte *m* geführt ist, die anderen Pole beider Batterien aber an Erde *E* liegen.

In der Ruhestellung befindet sich der Hebel *2* in der in Fig. 375 punktirt angegebenen Stellung und stellt durch den auf *o* liegenden Contact *s* einen Stromweg aus der Leitung *L* über *o* durch den Schreibapparat *S* zur Erde *E* her. Der Winkelhebel *4* wird dabei durch den Stift *v* verhindert, sich auf den Contact *p* aufzulegen, wie dies aus Fig. 377 deutlich zu ersehen ist.

Soll telegraphirt werden, so wird der Hebel *2* am Knopf *K* erfasst

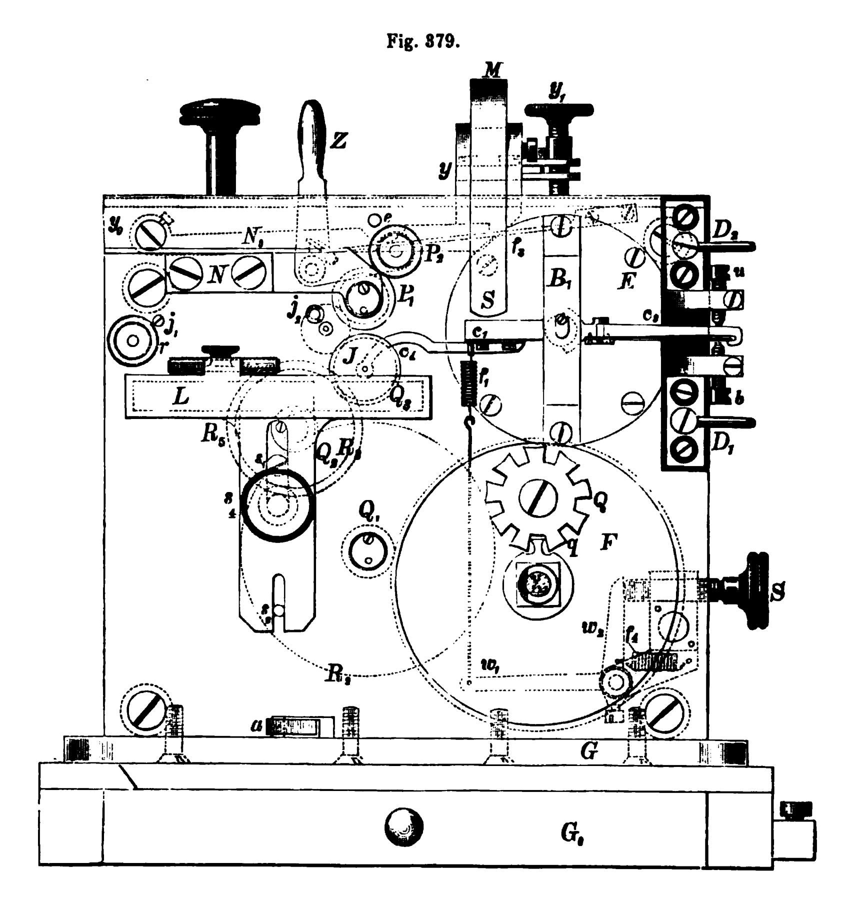
Fig. 377. Fig. 378.



und niedergedrückt. Dabei verlässt zunächst der Contact *s* den Contact *o*, was eine Ausschaltung des Schreibapparates bedeutet. Einige Zeit nachher ist der Hebel *4* so hoch gekommen, dass *v* der Wirkung der Spiralfeder nicht mehr im Wege ist, der Hebel *4* also — wie aus Fig. 378 ersichtlich ist — mit *p* in Berührung kommen und dadurch die Leitung *L* unmittelbar an Erde *E* legen kann; dies dauert jedoch nur kurze Zeit, denn beim weitern Niederdrücken des Knopfes *K* nöthigt der erwähnte Anschlagstift *i* den Hebel *4* dem Hebel *2* zu folgen und sich von *p* wieder zu entfernen. Endlich kommt die an der untern Seite des obern Hebels *2* angebrachte Contactfeder *r* mit einem im untern Hebel *1* befindlichen Platinstift in Berührung, und gleich darauf legt sich der obere Hebel in der in Fig. 375 gezeichneten Stellung auf den untern Hebel. Beide Hebel bilden nun ein Ganzes, und das Bestreben des Hebels *2*, wieder nach oben zu gehen, und dementsprechend der nach oben gerichtete Druck gegen die Hand des Telegraphirenden ist nur sehr gering, weil jetzt der Angriffspunkt der Feder *f* fast senkrecht über der Axe *d* liegt. In dieser Lage sendet die Gegenbatterie B_2 den negativen Strom von dem Zinkpole *Z* aus in die Linie *L*. Werden endlich die Hebel *1* und *2* auf den Contact *m* niedergedrückt, so schickt die Arbeitsbatterie B_1 vom Kupferpole *K* aus den positiven Strom in die Leitung *L*.

Ist das Telegraphiren beendet, so wird die Hand vom Knopfe *K* des Tasters weggenommen, so dass die Feder *f* den Hebel *2* um die Axe *d* nach rechts drehen kann. Dabei trifft zuerst der Hebel *4* auf den Contact *p* und führt die Ladung der Leitung unmittelbar zur Erde *E*. Darauf stösst der Hebel *4* auf den Stift *v* und wird desshalb

Fig. 379.



wieder von *p* abgehoben. Endlich legt sich der Contact *s* auf *o* auf und schaltet den Schreibapparat *S* wieder zum Empfangen in die Leitung ein.

XVI. **Der Farbschreiber.** Für den Betrieb der indo-europäischen Linie richtete Dr. Werner Siemens sein Augenmerk besonders auf eine automatische Beförderung mittels gelochter Streifen und entwarf dazu den im 1. Bande auf S. 525 abgebildeten Stromsender für Magnetinductions-Wechselströme und einen zweiten für Batterie-Wechselströme (vgl.

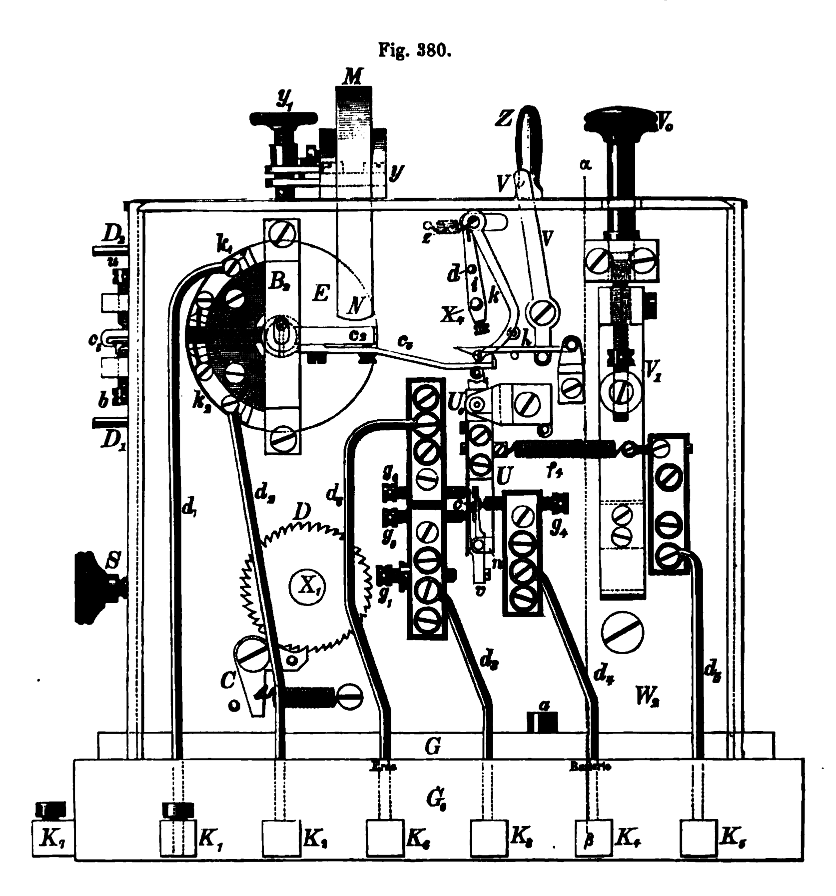
Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, **14**, 143 und 145). Der mit diesen zu benutzende Farbschreiber musste äusserst schnell und dabei doch sicher arbeiten können. Deshalb ward zunächst ein polarisirter Farbschreiber (vgl. Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, **14**, 145) hergestellt, welcher dem in Fig. 252 auf S. 468 des **1.** Bandes dargestellten sehr nahe steht, statt der runden hohlen Eisenkerne jedoch solche aus Eisenblech besitzt. Diese Blechkerne behalten nur sehr geringen permanenten Magnetismus und wechseln ihre Pole bedeutend schneller, als solche mit mehr Masse. Die Pole des Elektromagnetes waren ebenfalls durch zwei Schrauben verstellbar, während zwei andere Schrauben die Bewegung des zwischen den Polen liegenden Ankers begrenzten, an den jenseits der Axe sich der das Schreibrädchen tragende, äusserst leichte Schreibhebel anschloss. Das Federhaus lag ausserhalb des Laufwerkskastens und war in derselben Weise mit der Axe verbunden wie bei dem auf S. 451 beschriebenen Farbschreiber; Controlrädchen und Controlzahn waren wie bei diesem Farbschreiber angeordnet; das Sperrrad und der durch eine gebogene Blattfeder in dasselbe eingelegte Sperrkegel lagen an der Aussenseite der hinteren Kastenwand. Da indessen unter Umständen anstatt des automatischen Senders auch ein Handtaster benutzt werden musste, für die Handarbeit aber eine wesentlich geringere Ablaufgeschwindigkeit des Papierstreifens höchst wünschenswerth war, so erhielt dieser Farbschreiber einen Centrifugal-Regulator, der innerhalb weiter Grenzen eine Aenderung der normalen Laufgeschwindigkeit leicht und schnell herbeizuführen gestattet. Dieser Regulator (vgl. Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, **13**, 28) ist eine Centrifugalbremse, bei welcher die wirksame Länge der die Bremsklötze tragenden Federn mittels eines an der Apparatwand angebrachten Schiebers leicht und rasch verändert werden kann. Derselbe findet sich (vgl. Anm. 23 und 24 auf S. 465) mit geringen Abänderungen auch an dem gleich eingehender zu besprechenden, noch jetzt auf der indoeuropäischen Linie benutzten polarisirten Farbschreiber.

Von diesem Farbschreiber nun zeigen Fig. 379 u. 380 in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse die Vorder- und die Rückansicht; Fig. 381 dagegen gestattet von links her einen Einblick in den durch Herausziehen der die Wand bildenden Platte geöffneten Laufwerkskasten, jedoch sind die meisten der hinter dem Regulator liegenden Theile weggelassen.

Der Elektromagnet E besitzt eine zwischen den Kastenwänden W_1 und W_2 liegende einzige Rolle und innerhalb derselben einen cylindrischen weichen Eisenkern, welcher in den an die Kastenwände angeschraubten Bügeln B_1 und B_2 drehbar gelagert ist. Auf seine aus der Spule vorstehenden Enden sind senkrecht und zwar in wagrechter Lage die beiden Eisenstäbe c_1 und c_2 aufgesetzt und bilden mit ihm

eine Art Hufeisen; c_1 und c_2 liegen zugleich den Polen S und N des von oben über den Kasten gesteckten Hufeisenmagnetes M gegenüber, welcher an einem messingenen Stege y und mit diesem an einem längeren, in Fig. 379 punktirt angedeuteten, um die Axe y_0 drehbaren einarmigen Hebel befestigt ist und mittels der Schraube y_1 höher und

Fig. 380.



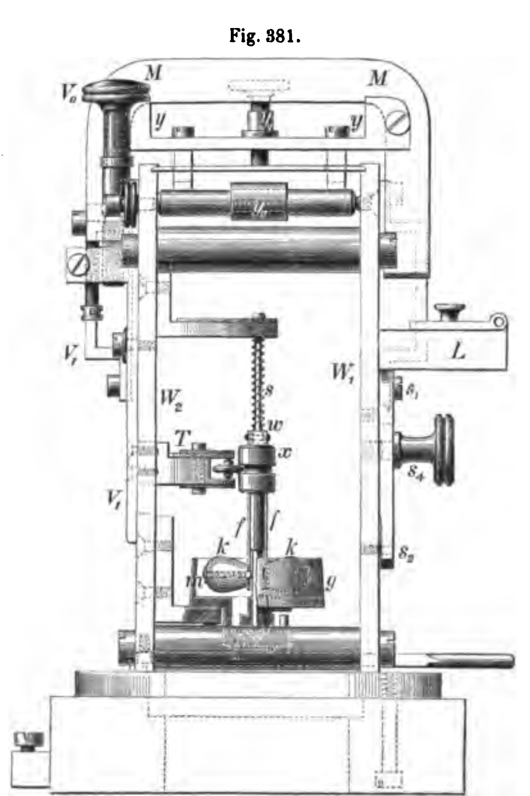
tiefer, den Stäben c_1 und c_2 ferner und näher gestellt werden kann; die Spitze der Schraube y_1 stemmt sich dabei gegen ein Stahlplättchen, das in den nach rechts liegenden Theil des Kastendeckels eingeschraubt ist. An c_1 heftet sich die Abreissfeder f_1 an, deren zweites Ende mittels eines Drahtes mit dem zwischen dem Federhause F und der Kastenwand W_1 liegenden Arme w_1 eines Winkelhebels verbunden ist, dessen innerhalb des Laufwerkskastens liegender Arm w_2 durch eine Spiralfeder f_2 an die Spitze der Schraube S herangedrückt wird;

durch S wird die Spannung von f_1 regulirt und ins richtige Verhältniss zu der Anziehung gesetzt, welche vom Magnete M bei seiner derzeitigen Einstellung auf die Eisenlappen c_1 und c_2 des Elektromagnetes E, während kein Strom dessen Spule durchläuft, ausgeübt wird. An den Kern des Elektromagnetes ist in der Verlängerung des Stabes c_1 nach rückwärts ein Messingstäbchen c_3 angeschraubt, das mit seinem freien Ende zwischen die das Spiel des Ankers begrenzenden Anschlagschrauben u und b hineinreicht; in dem Falle, dass die Schrauben u und b als Contactschrauben benutzt werden (bei der Translation), wird an die untere Seite von c_3 eine Contactfeder angeschraubt, auf die obere dagegen ein Contactplättchen aus Platin aufgelöthet.

Als Fortsetzung des Stäbchens c_1 ist an dessen Unterseite ein gebogenes Messingstäbchen c_4 angeschraubt, welches in seinem freien Ende ein Loch für die hindurchgehende Axe des mit seinem unteren Rande in das abnehmbare Farbekästchen L eintauchenden Schreibrädchens J besitzt. Die Axe des Schreibrädchens besteht in ihrer Länge aus zwei Stücken; das kurze Stück, worauf das die Bewegung auf die Schreibrädchenaxe übertragende Rädchen Q_3 sitzt, ist in der hinteren Apparatwand W_2 und einem an diese angeschraubten Messingwinkel fest gelagert; das über den Winkel vorstehende Ende ist kegelförmig zugespitzt und in das kegelförmig ausgebohrte Ende des längeren Axenstückes eingesteckt, beide aber sind durch einen hindurchgesteckten Stift mit einander verbunden. In allen Stellungen der Axe vermag daher das Schreibrädchen c_4 zu folgen und sich von ihm gegen den aus dem Untersatzkasten G_0 (vgl. Fig. 354) kommenden, über das Röllchen r (mit verstellbaren Hülsen), den Stahlstift j_1 und den Führungsstift j_2 mit aufgeschobenem Messingröllchen laufenden und dann zwischen den Papierzugwalzen P_1 und P_2, welche beide mit einer ringsum laufenden Furche versehen sind, hindurch und über das Tischchen N_0 weiter gehenden Papierstreifen bewegen zu lassen, so oft der (durch die dicken Messingstifte d_1 und d_2 den an eine halbkreisförmige Ebonitplatte angeschraubten Messingstücken k_1 und k_2 und von diesen aus in feineren übersponnenen Drähten durch einen horizontalen Ebonitriegel hindurch) der Rolle des Elektromagnetes E zugeführte Strom die Kernenden c_1 und c_2 so polarisirt, dass sie von dem Hufeisen M stärker als bei stromloser Spule angezogen werden. Wird mit einfachen Strömen telegraphirt, so muss die Feder f_1 so stark gespannt werden, dass sie beim Aufhören des Stromes den Anker c_1 c_2 von M abreisst. Beim Telegraphiren mit Wechselströmen sollen diese Bewegungen des Schreibhebels und Ankers durch die Anziehung und Abstossung des Ankers c_1 c_2 durch den Magnet M bewirkt werden, und es darf die Feder f_1 namentlich beim Telegraphiren mit flüchtigen Wechselströmen

(vgl. S. 359) nicht so stark gespannt sein, dass bei der jeweiligen Einstellung des Magnetes M sie allein schon den Anker abzureissen im Stande ist, vielmehr muss in diesem Falle bei stromloser Leitung der Anker in seinen beiden Ruhelagen an u und an b verharren. Die Einführung des Papierstreifens zwischen die Papierzugwalzen ist dadurch erleichtert, dass sich die obere Walze P_2 mittels des Hebels Z von der unteren abheben lässt; P_2 ist nämlich auf dem einem Arme

Fig. 381.



eines Winkelhebels aufgesteckt, dessen zweiter Arm Z über den Kasten emporragt; eine innerhalb des Kastens liegende Feder f_3 mit im Winkel umgebogenem Ende wirkt auf einen aus der Rückwand des Winkelhebels vorstehenden und durch einen bogenförmigen Schlitz in der Kastenwand W_1 hindurchragenden Stift und drückt bei der in Fig. 379 gezeichneten Stellung von Z die Walze P_2 auf P_1; wird dagegen Z nach links bewegt, so wird P_2 von P_1 abgehoben und der Hebel dann von der Feder f_3 in seiner neuen Stellung erhalten.

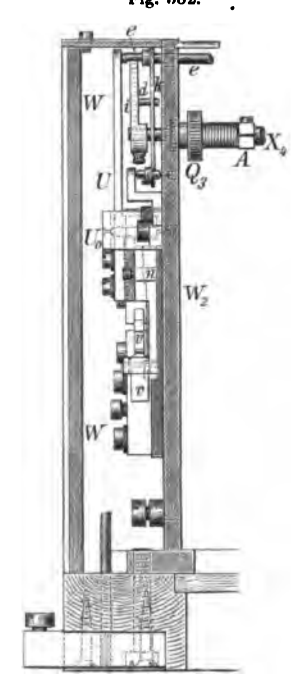
Die Triebfeder des **Laufwerks** ist in dem ausserhalb des Kastens, vor der Wand W_1 befindlichen Federhause F untergebracht, welches in der auf S. 451 beschriebenen und durch Fig. 371 bis 373 erläuterten Weise mit der Axe X_1 des ersten Rades R_1 verbunden ist; auf dem Kernhause sitzt der Controlzahn q, das Controlrad Q ist auf die Kappe des Federhauses aufgeschraubt. Das Sperrrad D, Fig. 380, liegt an der Rückseite der Kastenwand W_2; der Sperrkegel C wird durch eine Spiralfeder in dasselbe eingelegt. R_1 überträgt die Bewegung auf den Trieb Q_1, das gleich hinter W_1 auf der Axe von Q_1 sitzende Rad R_2 aber auf den Trieb Q_2. Auf der Axe von Q_2 ist in der Mitte zwischen den beiden Kastenwänden W_1 und W_2 das Rad R_5 aufgesteckt, welches in die Schnecke s des Regulators eingreift, während das nahe an der hinteren Kastenwand auf eben dieser Axe sitzende, etwas kleinere Rad den Trieb Q_3 auf der Axe des Schreibrädchens J treibt. Q_3 endlich versetzt durch Vermittelung eines Zwischenrades die Axe der unteren Papierzugwalze P_1 in Umdrehung.

Die Bremsung des Laufwerkes kann mittels des Hebels a genau in der schon auf S. 446 in Bezug auf Fig. 359 beschriebenen Weise erfolgen. Dieser Farbschreiber ist jedoch auch mit einer Selbstauslösung versehen; soll die Selbstauslösung benutzt werden, so muss der Handbremshebel a in Fig. 379 dauernd nach rechts gedreht werden, damit er die Bremsfeder von der Bremsscheibe abhebe. Da es aber bei Benutzung der Selbstauslösung nicht erforderlich ist, dass der Beamte beständig am Farbschreiber anwesend sei, so schien die Beigabe einer Einrichtung räthlich, mittels deren man ihn elektrisch herbeizurufen vermag, wenn das Triebwerk fast vollständig abgelaufen ist.

Zu diesem Behufe nun wurden unterhalb der Deckplatte des Untersetzkastens G_0 noch zwei federnde Messingstreifen angeschraubt, welche durch ein Loch in der Deckplatte hindurch bis nahe an die auf die Axe X_1 aufgeschobene Buchse des Rades R_1 emporragen und für gewöhnlich sich nicht berühren, während von einem über die Buchse gesteckten Ringe die eine der beiden Federn an einem an sie angesetzten Elfenbeinplättchen erfasst und zur Berührung mit der zweiten Feder gebracht wird, wenn das Laufwerk bald abgelaufen ist. Die erstere der beiden Federn steht mit dem Drahte d_2 in leitender Verbindung, von der zweiten wird ein Draht nach einer elektrischen Klingel weiter geführt, damit die Klingel läutet, wenn die beiden Federn zur Berührung gebracht werden. Der erwähnte Ring ist aber natürlich nicht auf der Buchse von R_1 befestigt, sondern auf eine lose auf die Buchse aufgelegte und sie sattelförmig nur zur Hälfte umschliessende Nabe aufgeschraubt. Die Nabe ist nach R_1 hin verlängert und auf diese Verlängerung ist eine kräftige Blattfeder mit ihrer Mitte aufge-

schraubt. Die dazu verwendete Schraube greift mit ihrem unteren Ende in eine Backe hinein und befestigt dieselbe unten an der Verlängerung der Nabe; die Backe liegt in einem Längsschlitze der Buchse und ist an ihrer unteren Fläche mit einem Muttergewinde versehen. Aus dem Rade R_1 stehen ferner zwei über die ganze Länge des Schlitzes hinwegreichende Stahlstifte vor, gegen welche sich die beiden Flügel der auf die nach R_1 hin gerichteten Verlängerung der Nabe des Ringes aufgeschraubten Blattfeder anstemmen, so dass durch die Kraft der Feder die Backe mit ihrem Gewinde in ein auf die Axe X_1 geschnittenes (linkes) Schraubengewinde fest aufgedrückt wird. Beim Aufziehen wird daher die Backe und der Ring auf der Buchse nach hinten, gegen das Rad R_1 hin, verschoben, weil die Schraubenspindel, welche in ihrer Längsrichtung unverrückbar ist, sich dreht; beim Ablaufen dreht sich mit der Buchse zugleich die Backe sammt dem Ringe in der nämlichen Richtung, wie vorhin die Spindel, und schraubt sich daher auf der jetzt sich nicht drehenden Spindel nach vorn zu, und endlich bringt der Ring die beiden Contactfedern wieder zur Berührung.

Fig. 382.



Die Theile der **Selbstauslösung** sind in Fig. 380 und in der einen Schnitt nach der Linie $\alpha\beta$ in Fig. 380 darstellenden Fig. 382 ersichtlich; sie befinden sich in einem Raume, welcher ringsum vollkommen abgeschlossen ist, der Wand W_2 gegenüber durch eine Glastafel W. Im oberen Theile des Laufwerkskastens liegt eine Axe e, welche durch einen Schlitz der Kastenwand W_2 vorsteht und hier bis zur Hälfte durchgefeilt ist; ihre Lagerung findet die Axe e hier nicht in W_2, sondern in dem oberen Ende eines um U_0 drehbaren Hebels U, welcher für die Zwecke der Uebertragung mit einigen weiteren Theilen ausgerüstet ist; dieser Hebel ist in Figur 380 abgebrochen gezeichnet, in Fig. 382 dagegen ganz zu sehen. Auf die Axe e ist im Innern des Kastens ein Bund mit einem nach unten gerichtetem Fortsatze aufgetrieben und an den Fortsatz heftet sich eine Spiralfeder z an; kann die Axe e dem Zuge dieser Feder folgen, so dreht sie sich soweit, dass der auf die Axe X_4 der unteren Papierzugwalze P_1 aufgesteckte Arm i frei durch

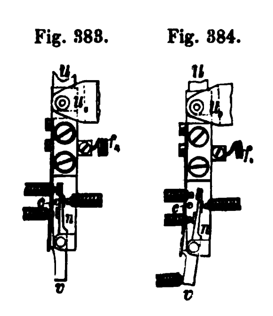
die Ausfeilung der Axe e hindurchgehen kann. Zwischen i und der hinteren Kastenwand W_2 ist weiter auf die Axe e der gebogene Hebel k fest aufgesteckt; am unteren Ende ist in k ein vorstehender Stahlstift eingesetzt, welcher sich an dem Haken des auf einem aus der Wand W_2 vorstehenden Stifte ruhenden stählernen Hebels h fangen kann und dann die Drehung von k und e und zugleich die Drehung von i verhindert, also das Laufwerk anhält. Wenn aber ein Telegraphirstrom den Stab c_2 gegen den Hufeisenmagnet M emporbewegt, hebt der neusilberne Fortsatz c_5 am Stabe c_2 mit der Schneide an seinem Ende den Hebel h so hoch, dass k frei wird; dann drehen sich k und e, i wird ebenfalls frei, und das Laufwerk kommt in Gang. Gleich nachdem der Arm i unter der Axe e hindurchgegangen ist, wirkt ein aus i nach rückwärts vorstehender Stift d auf die linke gekrümmte Fläche von k und drückt diesen Hebel so weit (in Fig. 380) nach rechts, dass er sich wieder an dem Haken h fangen und dabei die Axe e in einer Lage erhalten kann, bei welcher sie den Arm i wieder zu fangen und das Laufwerk anzuhalten vermag. Der auf der Axe X_4 der Papierwalze sitzende Trieb Q_3, Fig. 382, ist aber (ähnlich wie i in Fig. 349 auf S. 422) nicht fest mit dieser Axe verbunden, sondern nur durch Reibung, indem er durch eine kräftige Spiralfeder gegen einen Ansatz A der Axe gedrückt wird. Beim Anlaufen des Armes i an die Axe e braucht daher — abgesehen davon, dass auch die ganze, dazu in verhältnissmässig weit gebohrten Löchern gelagerte Axe e nebst dem Hebel U etwas nach rechts ausweichen kann — nicht das Triebwerk sofort ganz still zu stehen, wird also auch nicht durch die plötzlich zu vernichtende lebendige Kraft des Kugelregulators leiden. Mittels des dazu nach rechts (in Fig. 380) zu bewegenden Hebels V kann der Haken h so hoch gehoben werden, dass er aus dem Bereiche des Stiftes in k kommt; davon macht man Gebrauch, wenn man die Selbstauslösung ausser Dienst setzen will.

Die Selbstauslösung besorgt nun auch das zur Wechselstrom-Uebertragung[22]) nöthige Ein- und Ausschalten des zweiten Farbschreibers, bez. der Gegenbatterie, sowie die jedesmalige Entladung der Leitung zur Erde. Der das eine Lager der Axe e bildende Hebel U kann sich um seine Axe U_0 um einen kleinen Winkel drehen und führt dabei das eingefeilte Stück der Axe e in einem Kreisbogen, welcher den von der Spitze des Armes i beschriebenen Kreis berührt. An das untere Ende des Hebels U ist auf der Rückseite isolirt ein Messingstück n angeschraubt, welches durch die regulirbare Spiralfeder f_4 und den Draht d_5 mit der Klemme K_5 und durch den Draht D_2 mit dem

[22]) Ueber eine von der nachfolgenden etwas abweichende neuere Schaltung zur Uebertragung vgl. Journal télégraphique, Bd. 8, S. 393.

Ruhecontacte u des Schreibhebels, bei ruhendem Schreibhebel aber von dessen Axe aus mit der Leitung in Verbindung steht, während die durch den Draht D_1 mit dem Pole der Telegraphirbatterie verbundene Arbeitscontactschraube b bei angezogenem Anker einen positiven Strom in die Leitung sendet. Auf eine Axe am unteren Ende von n ist ein kleines Contacthebelchen v aufgesteckt, das durch eine links an n angeschraubte, auf eine Schneide am unteren Arme von v wirkende Blattfeder mit dem oberen Arme nach links gedrückt wird, gegen einen in n steckenden Anschlagstift c; so lange das Werk ununterbrochen fortläuft, wird v von dieser Blattfeder an c gedrückt, zugleich aber das Stück n und der ganze Hebel U von der Spiralfeder f_4 nach rechts gezogen, so dass v sich an die zum Zwecke der Entsendung des Gegenstromes über d_4 und K_4 mit dem Pole der (negativen) Gegenbatterie verbundene Contactschraube g_4 legt, wie dies in Fig. 380 gezeichnet ist, in der Vorstellung, dass nach Beendigung des Telegraphirens und kurz vor Arretirung des Laufwerkes der Arm i eben die Axe e erreicht habe und sie nebst dem Hebel U zurückzudrängen beginne. So lange das Zurückdrängen noch nicht begonnen hat, wird also der spielende Ankerhebel des mit seiner Elektromagnetrolle in die eine Leitung eingeschalteten Farbschreibers Wechselströme in die an seine Ankerhebelaxe geführte zweite Leitung senden. Kommt der Arm i, kurz vor dem Anhalten des Laufwerkes, an die Axe e zu liegen, so schiebt er das obere Ende von U nach rechts, das Stück n mit dem Hebel v nach links; dadurch wird zuerst der Contact zwischen v und g_4 aufgehoben und dadurch die Gegenbatterie abgeschaltet, gleich darauf aber der Hebel v an die Contactschraube g_6 gelegt, wie dies Fig. 383 zeigt, also die (zweite) Leitung über d_6 und K_6 an Erde gelegt und entladen. Etwas später noch stösst der Contacthebel gegen die etwas tiefer liegende Contactschraube g_0, welche nun bei fortgesetzter Drehung des Hebels U den Hebel v von der Schraube g_6 wieder abdrückt und die Erdverbindung aufhebt, dafür jedoch über d_3 und K_3 mit der Elektromagnetrolle des zweiten Farbschreibers verbindet; schliesslich legt sich v an die Schraube g_1, ohne dass dabei eine Aenderung in den Stromwegen herbeigeführt wird, weil g_6, g_0 und g_1 durch eine Ebonitplatte zwar gegen W_2 isolirt sind, nicht aber g_0 gegen g_1. Damit ist U in seine Grenzlage links (Fig. 384) gekommen, und das Laufwerk bleibt stehen; diese Grenzlage könnte als die empfangende, die rechts an g_4 als die gebende bezeichnet werden.

Fig. 383. Fig. 384.



Einfacher ist natürlich die Schaltung bei Nichtanwendung der Translation. Da wird die Leitung zunächst, wie in Fig. 375 auf S. 454 angedeutet ist, an die Mittelschiene III und an die Axe *a* des Tasters geführt und geht bei ruhendem Taster über die Schiene IV durch die Rollen des Elektromagnetes des Farbschreibers *S* sofort zur Erde.

Der **Regulator**, Fig. 381 und 385, besitzt zwei (Kugeln oder besser) birnförmige Körper *k*, welche an (entsprechend gebogenen oder besser) geraden, sich glatt anlegenden Federn an dem Metallstück *w* auf der Axe der Schnecke *s* aufgehängt sind, bei laufendem Werk zufolge der Centrifugalkraft die Federn *f* durchbiegen und bei hinreichender Laufgeschwindigkeit die an ihnen befestigten Bremsfedern *m* bremsend an die Innenwand des Bremstrommel *g* anlegen. Wie Fig. 386 sehen lässt, ist die Axe der Schnecke da, wo die Federn *f* an sie angeschraubt sind, etwas abgeflacht, so dass sie nebst den Federn *f* bequem in einer darüber geschobenen Buchse *x* Platz hat[23]). In eine ringsum laufende Nuth der Buchse *x* greift ein[24]) Scheibchen *t* ein,

Fig. 385.

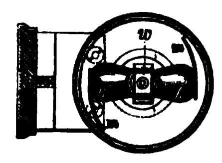
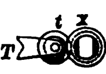


Fig. 386.



dessen Träger *T* an der geschlitzten Schiene V_1 befestigt ist und mit dieser mittels des Griffes V_0 auf und nieder bewegt werden kann. Von der Stellung des Trägers *T* und des Scheibchens *t* hängt die Länge der Federn *f* ab, welche sich durchbiegen kann, und die Länge des Hebelsarmes, an welchem die Centrifugalkraft der Kugeln wirkt. Je länger die Federn *f* von *x* frei gelassen werden, d. h. je höher der Schieber V_1 und der Träger *T* stehen, desto leichter lassen sich die Birnen *k* an die Trommelwand andrücken, desto eher und bei desto geringerer Laufgeschwindigkeit also schon wird das Laufwerk gebremst. Die Stellung des Schiebers lässt sich durch Anschläge und Anschlagschrauben leicht reguliren und so die beabsichtigte grösste und kleinste Laufgeschwindigkeit feststellen; von einer zur andern kann man dann

---

[23]) Bei der älteren Anordnung (vgl. S. 457) mit gebogenen Federn kam anstatt der Buchse *x* eine flache Scheibe mit zwei Schlitzen für die Federn *f* zur Verwendung; bei dieser Anordnung trat indessen leicht eine Durchbiegung auch des oberhalb der Scheibe liegenden Theiles der Federn *f* ein. Die Bremsfedern waren in ihrer Mitte an Kugeln angeschraubt und kamen mit ihren beiden freien Enden mit der Trommel *g* in Berührung.

[24]) Bei der älteren Anordnung zwei Scheibchen in einem gabelförmigen Bügel.

augenblicklich übergehen, indem man nur den Knopf V_0 und den Schieber V_1 aus der einen Grenzstellung in die andere verschiebt.

5. *Estiennes Doppelschreiber.*

XVII. **Die Schrift.** Edouard Estienne in Paris erzeugt mit seinem, auch für Deutschland patentirten (No. 24170, vom 17. Oktober 1882) Farbschreiber eine zweizeilige Punktschrift (Steinheilschrift); indem er aber den Punkten eine etwas grössere Breite giebt und zugleich die Punkte der oberen Zeile mit über die untere Zeile hinwegreichen lässt, erhält er eine Schrift, deren Elemente ein ähnliches Verhältniss zu einander besitzen, wie die Striche und Punkte der Morseschrift, so dass die Schrift dieses Doppelschreibers als eine Morseschrift angesehen werden kann, bei welcher die Striche aufrecht stehen[25]). Diese Schrift ist bequemer zu lesen, als die Morseschrift, weil sie auf dem Streifen minder lang gestreckt erscheint und desshalb übersichtlicher ist; zugleich erleichtert das Hineinragen der Striche in die Punktzeile (ähnlich wie bei der im 1. Bande auf S. 427 aufgeführten Schrift) die Beurtheilung der Entfernung der einzelnen Schriftelemente von einander.

---

[25]) Aehnliche ältere Schriften sind im 1. Bande auf S. 41 Anm. 31, S. 427 und 482 erwähnt worden; in den beiden letztern Fällen wurde ebenfalls mit gleichlangen Strömen von verschiedener Richtung telegraphirt und in dem erstern derselben unter der nämlichen Verbindung der beiden Griffel unter einander. — Ausserdem wurde im Jahre 1871 von C. Lewert nach den Angaben des Geh. Ober-Regierungsrath C. Elsasser ein polarisirter Doppelschreiber gebaut, welcher in seiner elektrischen Einrichtung den Siemens'schen Farbschreibern gleicht, nur liegen die 4 polarisirenden Magnete und die 4 Elektromagnetspulen in dieser Weise: ⊏⊐ zu je zweien neben einander. Jeder der beiden, ziemlich kurzen, polarisirten Anker liegt zwischen den nach links liegenden Polen der beiden ihm zugehörigen, über einander liegenden ⊓-förmigen Magnete, auf deren nach rechts liegende, durch eine verticale Eisenplatte mit einander verbundene Pole die Kerne der beiden zugehörigen, ebenfalls über einander liegenden Spulen aufgesetzt sind, während die freien Kernenden mit Polschuhen versehen sind, welche von oben und unten an den Anker herantreten. Der der Apparatwand am nächsten liegende Schreibhebel greift mit einem seitlichen Ansatz unter den nach links liegenden, vorderen Theil des anderen und nimmt nur diesen Theil mit, wenn er selbst durch die Wirkung des Telegraphirstromes gegen sein Schreibrädchen emporbewegt wird; der vordere Theil dieses Schreibhebels vermag nämlich dem ersten bei seiner Bewegung zu folgen, weil er mit dem hinteren, die Fortsetzung des polarisirten Ankers bildenden Theile drehbar verbunden ist, jede Bewegung seines hintern Theiles und Ankers jedoch muss er natürlich ebenfalls mitmachen. Die Schriftbildung ist also wesentlich die nämliche wie bei der ursprünglichen Form von Estiennes Telegraph, doch bestehen die Striche der Schrift, weil zwei gewöhnliche Schreibrädchen in einiger Entfernung von einander vorhanden sind, aus zwei kürzeren, durch einen etwas breiteren Zwischenraum getrennten Strichelchen, ähneln also mehr einem Doppelpunkte. Die beiden Schreibrädchen, gegen welche die beiden Schreibhebel den Papierstreifen emporbewegen, werden von einer gemeinschaftlichen Farbewalze mit Farbe gespeist.



Estienne telegraphirt (wie Steinheil; vgl. Handbuch, 1, 81 und 438) mit Strömen von gleicher Länge, aber von verschiedener Richtung; die Verkürzung der zum Telegraphiren des den Morsestrich ersetzenden Schriftelementes nöthigen Ströme erhöht die Leistungsfähigkeit im Vergleich zum Morse. Anfänglich liess Estienne die Ströme der einen Richtung den ersten, die Ströme der andern Richtung den zweiten Griffel bewegen; die beiden Griffel erzeugten Strichelchen von gleicher Höhe, doch war dafür gesorgt, dass der zweite Griffel sich nicht zum Schreiben an den Streifen hin bewegen konnte, ohne zugleich auch den ersten Griffel mitzunehmen und zum Schreiben zu nöthigen[26]). In der so erzeugten Schrift müsste unter Beibehaltung des Morse-Alphabetes z. B. das Wort „Doppelschreiber“ sich so:

ausnehmen. 1884 ging Estienne dagegen zur Benutzung eines schmalen und eines breiten Griffels über; dabei verschwindet der Zwischenraum zwischen den in verschiedenen Zeilen stehenden Strichelchen und es nimmt daher das Wort „Doppelschreiber“ jetzt die Gestalt

an. Für diese Einrichtung der Griffel entschied sich das Reichs-Postamt bei Einführung des Doppelschreibers von Estienne, während im Uebrigen die Anordnung des Normalfarbschreibers thunlichst beibehalten wurde. Vgl. XX.

Obwohl nun Estienne für gewöhnlich blos zwei Schriftelemente — „Strich“ und „Halbstrich“ — verwenden will und durch Ströme von gleicher Länge, aber verschiedener Richtung eine Steinheilschrift erzeugt, welche der Morseschrift an die Seite gestellt werden kann, jedoch viel gedrängter als diese ist, kommt er in einem kürzlich erschienenen Schriftchen auf den Vorschlag, durch gelegentliche Anwendung längerer Ströme neben den kürzeren zu diesen beiden Elementen von verschiedener Breite und gleicher Länge, noch zwei weitere von grösserer Länge und verschiedener Breite hinzuzufügen. Die Schrift würde dadurch wesentlich eine Stöhrerschrift (vgl. Anm. 3 auf S. 411). Estienne will indessen diese 4 Schriftelemente nicht als ganz gleichwerthig für die Schriftbildung behandeln, sondern dabei bleiben, in der eben angedeuteten Weise aus den beiden kürzeren ein die Morseschrift nachahmendes Alphabet zusammenzustellen, und die beiden längeren Schriftzeichen nur für gewisse Zwecke, zu weiterer Abkürzung der Schrift zu verwenden und dadurch

---

[26]) Steinheils Telegraph würde sich durch eine ganz geringfügige Zuthat ebenfalls dazu befähigen lassen.

die Leistungsfähigkeit noch zu erhöhen. In dieser „Stenotelegraphie“ will Estienne aus den einzelnen Buchstaben zunächst gewisse Siegel für ganze Silben oder für mehrere zusammengehörige Buchstaben bilden, indem er das letzte Schriftelement verlängert. z. B.

= *qu* und = *que*, neben = *q*

= *aient*

= *ux*

= *au* und = *ai*, neben = *a*

= *oi*, = *oe* und = *ou*, neben = *o* und = *on*

= *la*; = *ma*; = *pa*

= *ph*, neben = *h*; und = *é*, neben = *e*

Die Endsilbe *es* soll ferner durch Verlängerung des letzten Zeichens des letzten Consonanten, die Verdoppelung eines Consonanten in der Mitte eines Wortes ebenfalls durch Verlängerung des letzten Zeichens angedeutet werden; z. B.

= *les*; = *elle*.

Sodann will Estienne besondere aus langen Elementen allein bestehende Zeichen für die Satzzeichen und Dienstzeichen und besondere Zeichen für gewisse Endsilben einführen; z. B.:

= ,; = !; = ? und = *Wiederholen*;

= *Irrthum*; = *Schlusszeichen*.

= *eur*; = *euse*; = *ier*; = *iel*.

Die Wortzählung will Estienne dadurch erleichtern, dass er nach jedem fünften Worte das Zeichen telegraphirt.

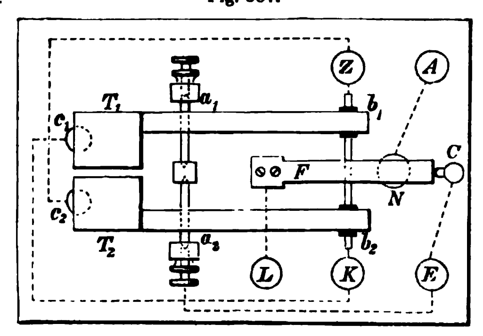
Es ist ja zweifellos, dass durch derartige Hilfsmittel viel an Zeit und Papier gespart werden kann, vorausgesetzt, dass die Ersparniss nicht zufolge der dabei erhöhten Anforderungen an das Gedächtniss und die Gewandtheit der Beamten theilweise oder ganz verloren geht, oder gar die Richtigkeit gefährdet wird.

Bei der wesentlichen Verkürzung, welche der Schrift auch ohnedies gegenüber der Morseschrift eigen ist, hält Estienne gewiss mit Recht das Weitertelegraphiren von Telegrammen gleich von dem aufzuklebenden Streifen ab (vgl. XXIV.) für ausführbar.

XVIII. **Der Taster.** Der ursprüngliche Taster des Estienneschen Telegraphen ist in Fig. 387 skizzirt. — Er besteht aus zwei neben einander liegenden Tasten T_1 und T_2, die auf den Axen a_1 und a_2 ge-

lagert sind, und sendet von derselben Batterie in bekannter Weise nach Bedarf beim Niederdrücken der einen Taste positive, beim Niederdrücken der anderen Taste negative Ströme; seine Einrichtung ist aber dadurch ein wenig verwickelter geworden, dass bei jeder Tastenbewegung eine Entladung der Telegraphenleitung zur Erde bewirkt werden soll, und zwar mittels einer von beiden Tasten bewegten Stahlfeder F, die an der Schneide eines stellbaren Erdcontactes C vorüberstreicht. In die vorderen Enden der beiden Tasten sind gegen dieselben isolirte Metallstifte b_1 und b_2 eingesteckt, welche mit dem Zinkpole Z und dem Kupferpole K der Batterie verbunden sind, wie auch die Ambosse c_1 und c_2 unter den linken Enden der beiden Tasten. Für gewöhnlich — beim Nehmen — ruht die Feder F auf einem Contactständer N und setzt die Leitungsklemme L mit der Apparatklemme A in leitende Verbindung; dabei wird F weder von b_1, noch

Fig. 387.

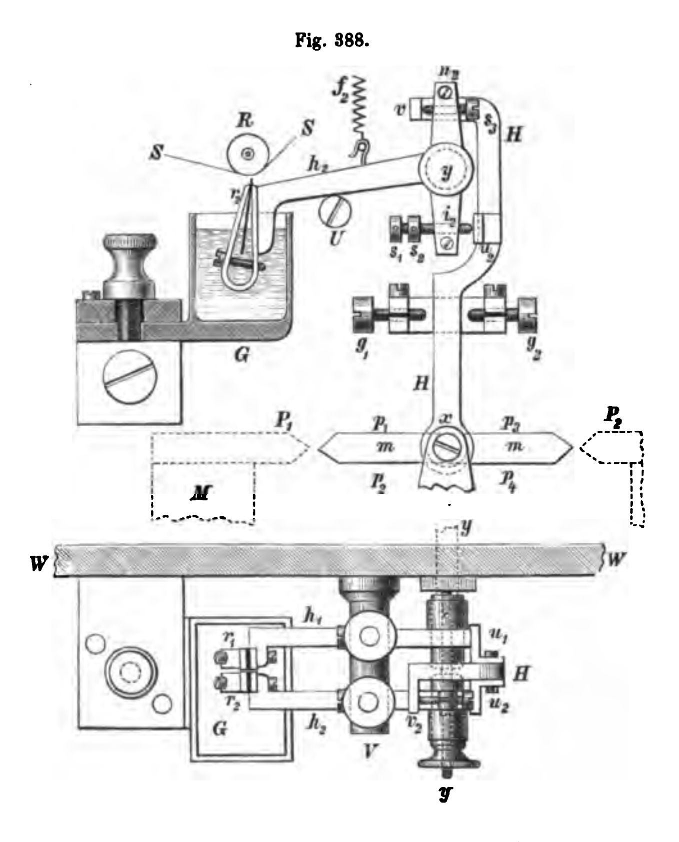


von b_2 berührt. Wird beim Geben etwa die Taste T_1 niedergedrückt, so setzt sie den Kupferpol K über c_1 und a_1 mit der Erde, den Zinkpol Z über b_1 und F mit der Telegraphenleitung in Verbindung; beim Niederdrücken von T_2 tritt ein Strom von der entgegengesetzten Richtung in die Leitung. Bei dieser Anordnung liegt — abweichend von Fig. 305 auf S. 371 — während der Ruhe kein Pol der Batterie an der Leitung (LL').

1884 ward dieser Taster von Estienne in einigen Stücken abgeändert. Die (in Fig. 387 etwas flüchtig angedeuteten) Lagerböcke wurden verstärkt und einander so nahe gerückt, dass nur eben die Tasten sich zwischen ihnen bewegen können. Ferner wurden die Contactstifte b_1 und b_2, welche die Feder F vom Contactständer N abzuheben haben, an grösseren Messingstücken angebracht, welche isolirt an die in Fig. 387 rechts liegenden Enden der Tasterhebel angeschraubt wurden.

Eine darauf noch von Estienne vorgenommene weitere Abänderung des Tasters, mit abweichender Anordnung der Contacte, erwies sich bei den in Berlin damit vorgenommenen Versuchen nicht als zweckmässig. Die mit der Leitung verbundene Feder F war am mittlern Lagerbocke befestigt, über den die Stifte b_1 und b_2 ersetzenden isolirten Metallstücken waren von einer mit dem Erdständer C verbundenen Querschiene herabreichende, von den Metallstücken in der Ruhelage der Tasten nicht berührte Contactfedern angebracht und in die hinteren Theile der Tasterhebel je ein Stift zum Abheben der Feder F von N eingesetzt.

Fig. 388.

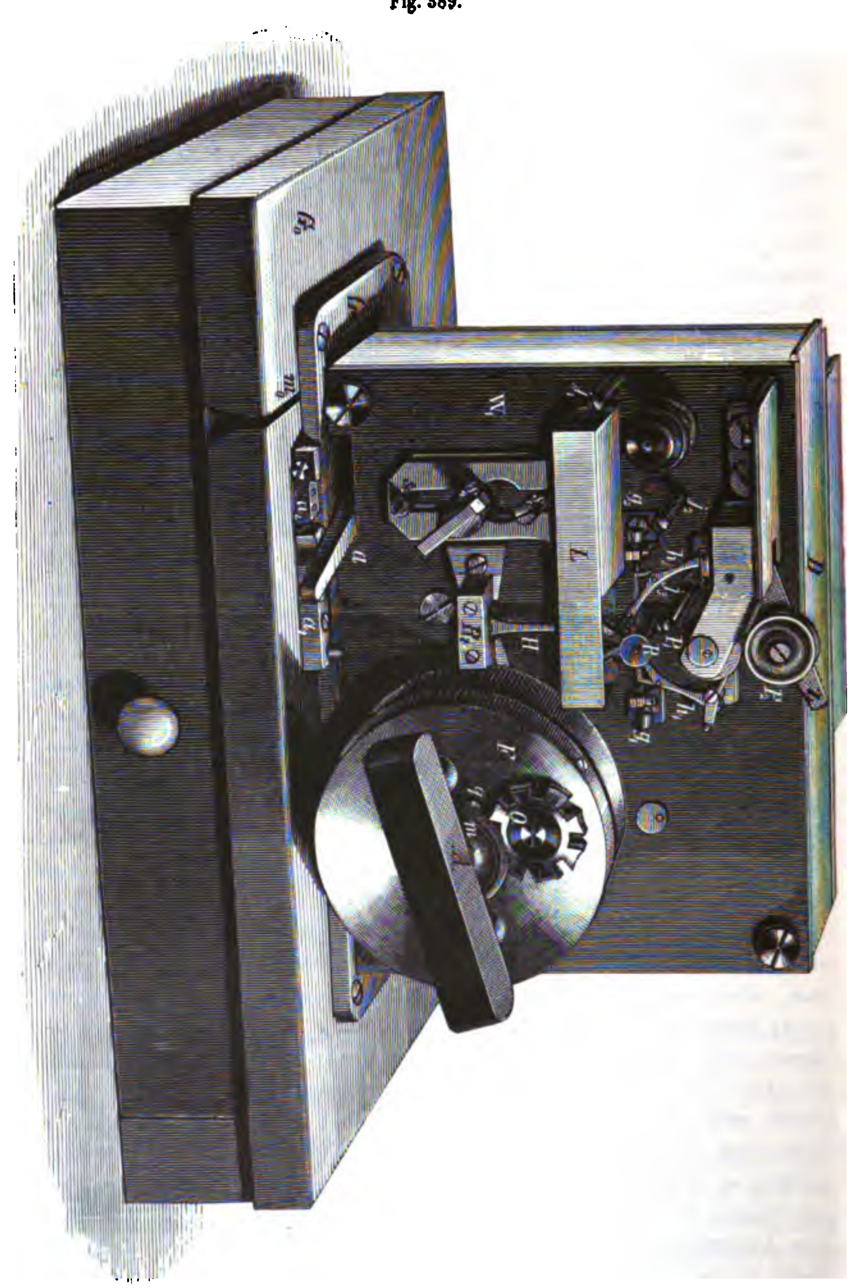


Wesentlich einfacher ist die vom Reichs-Postamte gewählte Einrichtung des Tasters, weil derselbe auf die Benutzung von zwei getrennten Telegraphirbatterien berechnet ist, damit die Verwendung gemeinschaftlicher Batterien für mehrere Leitungen möglich würde. Die Schaltung entspricht dabei im wesentlichen der auf S. 371 in Be-

zug auf Fig. 304 erwähnten, bei welcher die Leitung (L) mit beiden Axen a_1 und a_2 der Tasterhebel zugleich verbunden wird. Zunächst ward die in Fig. 387 von den Axen a_1 und a_2 ausgehende Verbindung zur Erde E entbehrlich, weil je ein Pol der beiden Batterien an Erde zu liegen kommt. Der Kupferpol K der einen und der Zinkpol Z der anderen Batterie wurden noch an die Contacte c_1 und c_2 geführt, der Strom konnte aber jetzt gleich von der gemeinschaftlichen Axe $a_1\, a_2$ der beiden Hebel T_1 und T_2 der Leitung L zugeführt werden; desshalb ward auch die Feder F gleich an der die Lager für die Axe $a_1\, a_2$ tragenden Mittelschiene (neben dem mittleren Lagerbocke) selbst befestigt, und nun blieb den Stiften b_1 und b_2, welche nicht mehr mit Z und K zu verbinden sind und auch nicht mehr isolirt zu werden brauchen, nur noch die Aufgabe, beim Niederdrücken der einen, oder der andern Taste die Feder F von dem mit der Apparatklemme A verbundenen Ständer N abzuheben. Die c_1 und c_2 gegenüber auf die Tasterhebel oben aufgelegten Ebonitplatten (vgl. Fig. 387) wurden noch an ihrer Aussenseite mit einem vorspringenden Rande versehen, welcher das Abrutschen des Fingers von ihnen beim Telegraphiren verhüten soll. Die mit der (in Bezug auf den Telegraphirenden) links liegenden Taste (T_1 in Fig. 387) entsendeten Ströme schreiben im Empfänger die Punkte, die mit der rechts liegenden (T_2) entsendeten Ströme die Striche des Morse-Alphabetes.

XIX. **Der ältere Empfänger.** Die Wiener Elektricitätsausstellung von 1883 hatte Estienne mit einem Empfänger beschickt, welcher von Bréguet in Paris ausgeführt worden war und sich in der elektrischen Ausführung an Bréguets Zeigertelegraph für Wechselströme (vgl. Handbuch, **1**, 225) anschloss; derselbe zeigte in den schreibenden Theilen grössere Zartheit und Leichtigkeit, als der etwas früher von Postel-Vinay in Paris hergestellte, von welchem Fig. 388 den Aufriss und Grundriss giebt. Bei dem letztern sind auf die Pole eines Hufeisen-Stahlmagnetes M die Polschuhe P_1 und P_2 aufgesteckt und magnetisiren das zwischen ihnen liegende, um die Axe x drehbare Magnetstäbchen mm, über und unter welchem vier Elektromagnetspulen angeordnet sind; diese Spulen, deren Pole durch p_1, p_2, p_3 und p_4 angedeutet sind, lassen sich nach Wunsch parallel und hinter einander schalten. Auf der Axe x sitzt ferner der nach oben gerichtete Arm H, dessen Spiel durch zwei Stellschrauben g_1 und g_2 begrenzt ist. Etwas über diesen Schrauben sind an H, nach vorwärts und nach rückwärts, zwei Messingplatten u_1 und u_2 angeschraubt, während der Hebel H oben zweimal im Winkel umgebogen ist und in eine Platte v endet. Auf die durch das Apparatgestell hindurchreichende Axe y sind die beiden Schreibhebel h_1 und h_2 lose aufgesteckt. Der vordere derselben, h_2, ist mit

Fig. 389.



einem Fortsatz i_2 nach unten und mit einem Fortsatze n_2 nach oben versehen, der hintere, h_1, dagegen hat blos einen Fortsatz nach unten. In diese drei Fortsätze sind die drei Stellschrauben s_2, s_3 und s_1 eingeschraubt, mit denen dieselben die Platten u_2, v und u_1 berühren. Am linken Ende jedes Schreibhebels ist eine Art Zange r_1 und r_2 befestigt, in welche ein oben glatt abgeschnittener Streifen Schafleder (Wildleder des Handels) eingespannt ist. Für gewöhnlich liegen die überdies durch von dem Stabe V herabreichende Federn (wie f_2 in Fig. 388) ausgeglichenen Schreibhebel auf einem in die Apparatwand W eingesetzten Stege U. Wird durch einen die vier Elektromagnetspulen durchlaufenden (kurzen) Telegraphirstrom der Hebel H von dem Anker m nach rechts bewegt, so nimmt v durch s_3 den Schreibhebel h_2 mit nach rechts und hebt dabei die mit ihrem unteren Ende in das Farbegefäss G eintauchende Zange r_2 so hoch, dass der Lederstreifen den unter der Rolle R hinweggehenden Papierstreifen S mit einem Punkte beschreibt. Bewegt ein Linienstrom von der entgegengesetzten Richtung den Hebel H nach links, so schieben u_1 und u_2 mittels der Schrauben s_1 und s_2 die beiden unteren Fortsätze i_1 und i_2 der beiden Schreibhebel h_1 und h_2 zugleich nach links und deren Lederstreifen schreiben vereint einen Strich auf S. Die Laufgeschwindigkeit des Triebwerkes lässt sich leicht verändern, so dass in der Minute 0,5 bis 1,5 *m* Streifen ausgegeben wird.

In dem von Bréguet ausgeführten Apparate ist das Spiel der Schreibhebel im Wesentlichen dasselbe.

XX. **Der neuere Empfänger.** Einige sehr zweckmässige Abänderungen hat Estienne 1884 am Empfänger angebracht, namentlich ist die neue Anordnung der beiden Schreibhebel und ihre Verbindung mit dem polarisirten Anker des Elektromagnetes sehr sinnreich gewählt. In Fig. 389 bis 395 ist der neuere Empfänger in der Einrichtung abgebildet, in welcher ihn das Reichs-Postamt in thunlichst engem Anschluss an den Normalfarbschreiber (S. 427 ff.) von Gebrüder Naglo in Berlin hat ausführen lassen, und über welche die perspectivische Ansicht Fig. 389 einen Gesammtüberblick gewährt. In sämmtlichen Figuren sind die beibehaltenen Theile des Normalfarbschreibers mit den auch früher benutzten Buchstaben bezeichnet worden.

Die neue Anordnung der Schreibhebel und ihre Bewegung wird aus Fig. 390 (ganze natürliche Grösse) deutlich. Die beiden, am unteren Ende die Griffel tragenden einarmigen Schreibhebel h_1 und h_2 sind mit dem oberen auf eine lange Hülse aufgeschobenen Ende auf je einen Stift y_1 und y_2 drehbar aufgesteckt, der von rückwärts in eine an die Vorderwand W_1 des Laufwerkskastens angeschraubte Platte Y eingeschraubt ist; sie werden gegen eine Verschiebung auf diesen Stiften durch ein um die

Schraubstifte v_1 und v_2 drehbares Vorreibhebelchen geschützt. Der in Fig. 390 rechts liegende Hebel h_1 trägt den zum Schreiben der (breiteren) Striche bestimmten breiteren Griffel r_1, wogegen die Halbstriche (Punkte)

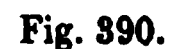
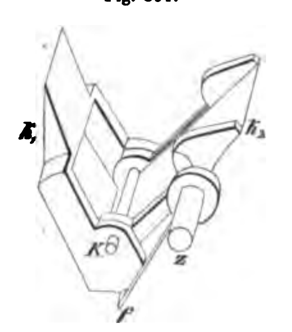


Fig. 390.

mit dem am linken Hebel h_2 befestigten schmäleren Griffel geschrieben werden. In seiner Mitte etwa steht aus jedem Schreibhebel nach rückwärts ein Stift (c_1 und c_2) hervor, auf welchen die an die messingene Axe x

des polarisirten Ankers (m in Fig. 392) angeschraubte Gabel H mit der einen oder der anderen ihrer Zinken u_1 und u_2 bewegend wirkt, wenn der Anker und mit ihm die Gabel H durch die Wirkung eines Telegraphirstromes nach der einen oder der anderen Richtung aus seiner Mittellage abgelenkt wird. Für gewöhnlich lasten die Schreibhebel h_1 und h_2 beide gleich schwer auf den Gabelzinken u_1 und u_2 und streben so die Gabel in ihre verticale Mittelstellung einzustellen. Bewegt sich die Gabel H nach links, oder nach rechts, so muss sie zwar mit der einen Zinke den einen Schreibhebel vor sich herschieben und so weit heben, dass sein Griffel ein Zeichen auf den bei m_0 aus dem Untersatzkasten G_0 kommenden, über den Führungsstift j_1, das Röllchen r und die Stifte j_2 und j_3, dann unter der Rolle R hinweg und zwischen den Walzen P_1 und P_2 hindurchgehenden und über das Tischchen N_0 ablaufenden Papierstreifen schreiben kann, dafür folgt aber der andere Schreibhebel mit einem gewissen Drucke der anderen Zinke. Die Bewegung der Gabel H begrenzen die beiden Anschlagschrauben g_1 und g_2. P_1 und der P_2 tragende Hebel Z sind in dem Winkel N gelagert in der auf S. 437 beschriebenen Weise.

Fig. 391.



Die beiden Griffel r_1 und r_2 tauchen mit ihrem unteren Ende durch ein Loch im Deckel der in Fig. 390 (ganze natürliche Grösse) abgebrochen gezeichneten Farbflasche L[27]) in die in letzterer enthaltene Farbe hinein. Die Einrichtung der Griffel erläutert Fig. 391. Hiernach bildet jeder Griffel eine Art Zange, deren zwei eigenthümlich geformte, durch die Axe K mit einander verbundene Theile k_1 und k_2, nach dem Schliessen den Lederstreifen durch die Wirkung der an k_2 angenieteten, über die ganze Breite des Griffels reichenden Feder f zwischen sich klemmen und festhalten, wesshalb sie an der Innenseite rauh gemacht sind. Der Lederstreifen wird nach dem Einziehen in die Oeffnung des Griffels und Schliessen der beiden Theile k_1 und k_2 mittels einer Scheere oder eines Rasirmessers glatt abgeschnitten. Der Griffel öffnet sich durch entsprechenden Druck auf die vorstehenden Ränder seiner beiden Theile k_1 und k_2; nach dem Öffnen erhält f die Theile k_1 und k_2 in der in Fig. 391 gezeichneten Lage gegen einander.

[27]) Zu grösserer Bequemlichkeit beim Eingiessen der Farbe ist vor dem Loche noch ein besonderer Einguss angebracht worden. — Estienne steckt ein oben offenes, muldenförmiges Farbegefäss auf zwei Stifte an der Vorderwand W_1 auf, oder lässt die Farbe von Zeit zu Zeit mit einem Pinsel auftragen, letzteres namentlich bei Feldtelegraphen.

Mit dem Zapfen z wird der Griffel in ein Loch des Schreibhebels eingesteckt und an ihn angenietet. Die Axen y_1 und y_2 der beiden Schreibhebel h_1 und h_2 müssen so gegen die Axe x der Gabel H liegen und

Fig. 392.

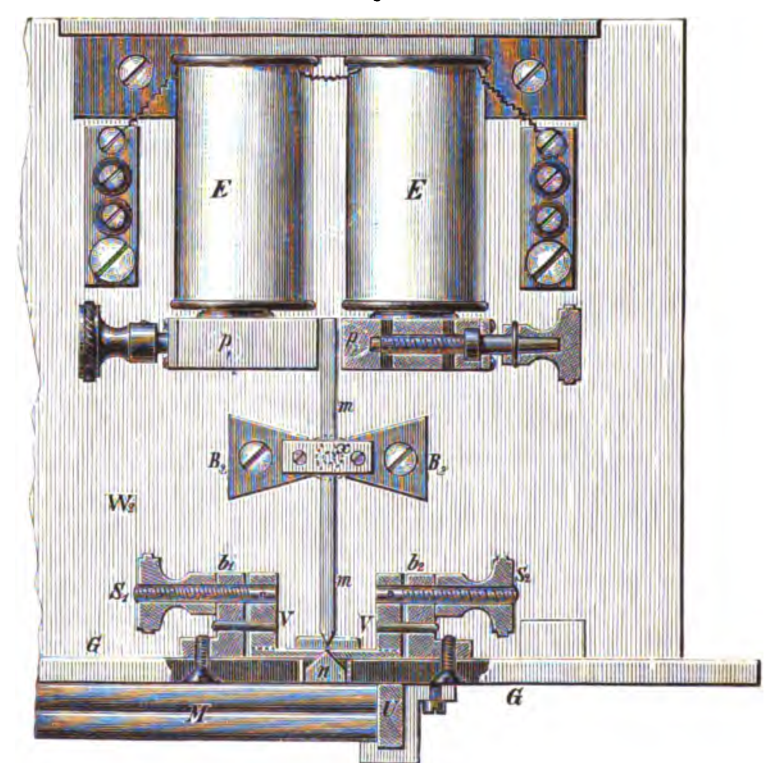
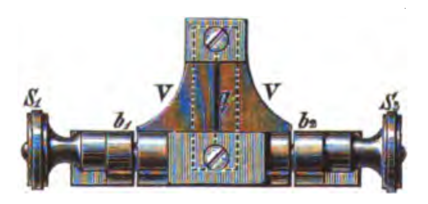


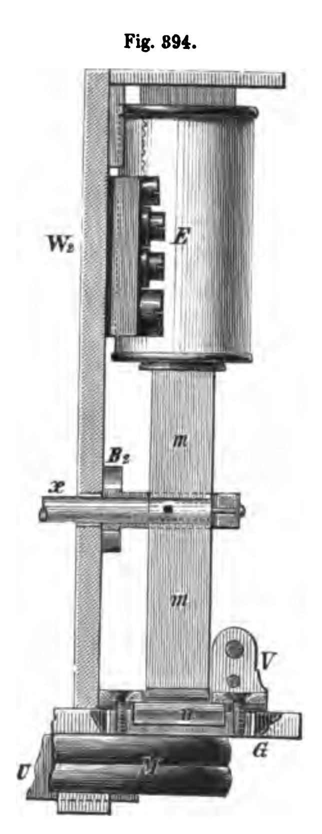
Fig. 393.



letztere so eingestellt werden, dass die Griffel mit ihrer Spitze von der Gabel nach genau der nämlichen Stelle der Rolle R bewegt werden, sie also bei nicht laufendem Streifen auf letzterem in derselben Linie schreiben. Die Rolle R ist daher lose auf einen Stahlstift aufgeschoben,

welcher nicht in die Apparatwand W_1 selbst eingeschraubt ist, sondern in eine an deren Rückseite angebrachte, um eine Schraube drehbare Stellplatte, deren Stellung durch zwei Stellschrauben regulirt wird; gegen das Herabrutschen von dem (durch W_1 in einem weiteren Loche hindurchgehenden) Stahlstifte ist R durch eine auf diesen aufgeschraubte Mutter geschützt.

Fig. 394.



Die Rollen des Elektromagnetes E, Fig. 392 und 394 ($\frac{2}{3}$ nat. Gr.) sind auf die Rückwand W_2 des Laufwerkskastens aufgeschraubt. Ihre Kerne sind mit Polschuhen p_1 und p_2 versehen, welche mittels Schrauben einander und dem zwischen ihnen liegenden oberen Ende des Stabes m aus weichem Eisen genähert, bez. von ihm entfernt werden können. Der Stab m ist auf eine messingene Axe x aufgesteckt, welche in zwei an die Vorderwand W_1 und die Rückwand W_2 des Kastens angeschraubten Bügeln B_1 und B_2 gelagert ist und zugleich die Gabel H, Fig. 390, trägt. Der Stab m wird von dem Nordpole des an der unteren Seite des Untersatzkastens G_0, Fig. 390, angebrachten zweilamelligen Hufeisen-Stahlmagnetes M polarisirt. Vor den Polen des Hufeisens M liegt der Schliessungsanker U, Fig. 395, welcher von dem Bremshebel a, Fig. 390, aus schliessend vor die Pole gelegt und wieder zurückgezogen wird, wenn durch a das Laufwerk gebremst und laufen gelassen wird. Dazu hat a einen nach rechts (in Fig. 389) gerichteten Arm erhalten, welcher mit seinem geschlitzten Ende einen aus U vorstenden Stift umfasst. Der Stab m wird jedoch nicht unmittelbar von M polarisirt, sondern mittels eines oben in eine Schneide auslaufenden und mit dieser durch einen Spalt q, Fig. 392 bis 394, in der messingenen Deckplatte des Schlittens V vorstehenden „Läufers", eines Eisenprismas n, welches mittels des Schlittens V entlang dem Schenkel des Hufeisens verstellt werden kann. Das Prisma n ist nämlich an der Platte des Schlittens festgeschraubt und befindet sich in einem länglich viereckigen Loche in der Grundplatte G des Laufwerkes, füllt dasselbe jedoch nicht ganz aus. Auf die Platte G sind ferner zwei Backen b_1 und b_2 aufgeschraubt,

durch welche die beiden in die Wangen des Schlittens V eingesetzten Schraubenspindeln hindurchgehen. Durch Anziehen der einen Mutter S_2 und gleichzeitiges Lüften der anderen S_1 wird daher der Schlitten nebst dem Prisma n innerhalb des Lochs der Grundplatte G in Fig. 392 von links nach rechts verschoben; zu einer Verschiebung von rechts nach links wäre eine entgegengesetzte Drehung der beiden Muttern S_1 und S_2 erforderlich. Bei beiden Verschiebungen dienen dem Schlitten zur Führung die beiden Stifte, welche aus ihm vorstehen und in Löcher in den beiden Backen b_1 und b_2 hineinreichen. In Fig. 392 und 394 sind diese Theile zu grösserer Deutlichkeit im Schnitt gezeichnet, doch verläuft der Schnitt in Fig. 392 nicht ganz in der Ebene durch die Axe der Schrauben S_1 und S_2, sondern liegt innerhalb der Schlittenwangen etwas weiterhinten, etwa da, wo in dem Grundrisse, Fig. 393, die Buchstaben V, V stehen.

Die Schneide des Läufers n ist als der wirksame Polschuh des Hufeisenmagnetes M anzusehen, und sie bestimmt daher, weil die Schneide am unteren Ende des Eisenstabes m sich ihr gegenüberstellt, die Mittellage des Stabes m und der Gabel H. Sie führt nach jeder Ablenkung auch den Stab m in die Mittellage zurück. Um diese Zurückführung rascher zu bewirken, hatte Estienne an seinen neueren Doppelschreibern rückwärts am Stäbchen m noch eine Spiralfeder so angeheftet, dass sie bei Ablenkung des Stäbchen nach jeder Seite hin gespannt wurde und daher stets das Stäbchen in die Mittellage zurückzuführen strebte; diese Feder hat sich indessen als entbehrlich erwiesen. Die hier und auch schon in der älteren Form, Fig. 388, des Empfängers vorliegende Benutzung des Magnetismus als Gegenkraft erscheint insofern ganz günstig, als die Anziehung des Hufeisens M auf das untere Ende des Stabes m mit der bei der Ablenkung sich vergrössernden Entfernung beider von einander abnimmt, während gleichzeitig die Anziehung, welche der durch den Strom mit dem oberen Ende von m entgegengesetzt magnetisch gewordene Polschuh von E auf m ausübt, mit der Annäherung beider an einander rascher wächst, als die vom gleichnamig gewordenen Polschuh auf m ausgeübte Abstossung mit der Entfernung beider von einander abnimmt, während der erstere Polschuh bei der Annäherung zugleich die Polarität von m aufrecht erhält und kräftigt.

Dem Telegraphen ist endlich noch ein Umschalter beigegeben, für welchen der Bremshebel a des Laufwerks mit benutzt ist. Es sind nämlich auf dem Untersatzkasten zwei Messingschienen a_1 und a_2 angebracht, auf welche der Hebel a in seinen beiden äussersten Stellungen rechts und links zu stehen kommt. Ist das Laufwerk gebremst, so steht der Hebel a nach rechts, also auf der Schiene a_1, und setzt die

mit dem Apparatkörper verbundene Leitung mit dem durch den Draht d_1, Fig. 395 (Ansicht von unten), an a_1 gelegten Wecker in Verbindung. Der Schreibapparat dagegen, dessen Elektromagnetbewickelung, von den beiden in Fig. 392 neben *E, E* sichtbaren Klemmen aus, durch den Draht d_2 mit der Schiene a_2 und durch den Draht d_4 mit der Erdklemme (oder umgekehrt) verbunden ist, wird in die mittels des Drahtes d_3 an das Apparatgestell und den Hebel a geführte Leitung eingeschaltet, wenn der Hebel a nach links auf a_2 gestellt wird und das Laufwerk auslöst.

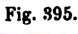
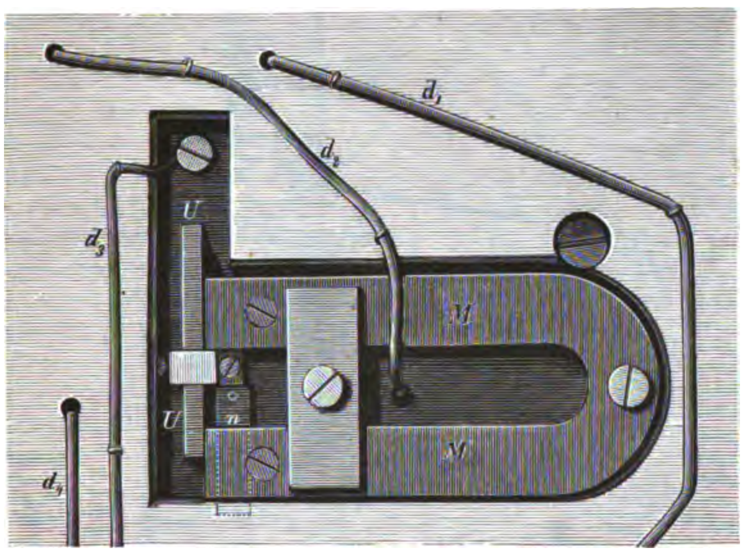


Fig. 395.



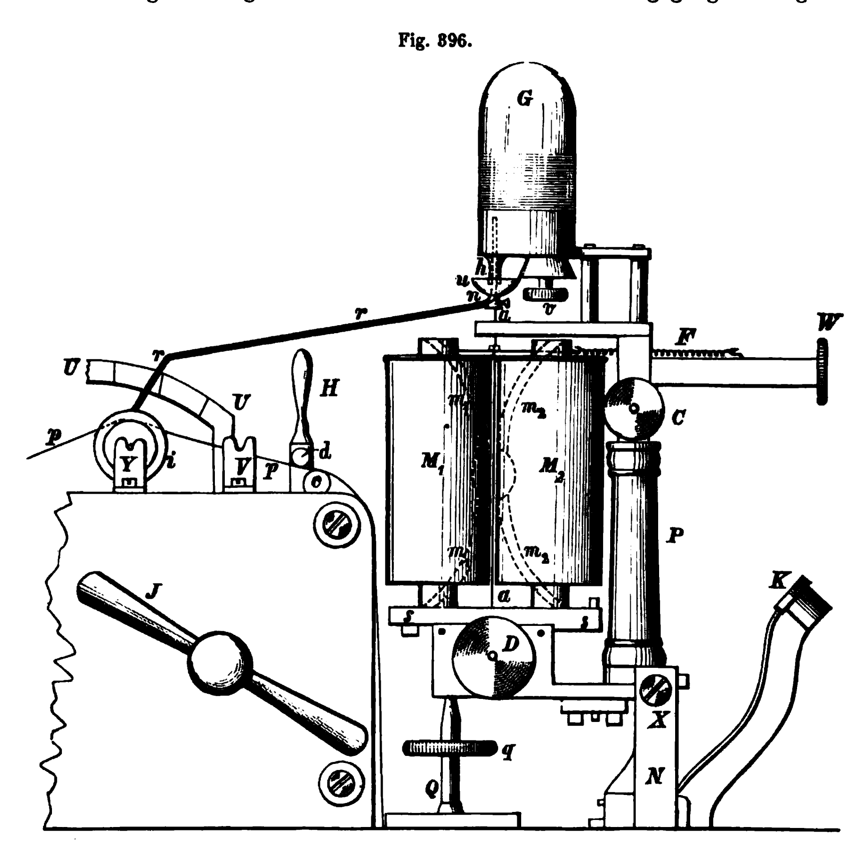
6. *Der Undulator von Lauritzen.*

Der von Severin Lauritzen in Kopenhagen um das Jahr 1878 entworfene polarisirte, mit dem Namen „Undulator" belegte Zickzackschreiber ist hauptsächlich für das Telegraphiren auf Kabeln von mittlerer Länge (400 bis 800 englischen Meilen; 650 bis 1300 km) bestimmt; der Undulator wird von der Grossen Nordischen Telegraphen-Gesellschaft in Kopenhagen, deren Eigenthum er ist, auf allen ihren Kabeln, sowohl in Europa als in Ostasien, benutzt.

XXI. **Der Elektromagnet des Undulators** enthält vier stabförmige Rollen, welche in den Eckpunkten eines rechtwinkligen Vierecks stehen und paarweise auf einer Messingschiene befestigt sind. In Fig. 396 sind nur die beiden vorderen Stabelektromagnete M_1 und M_2 und die

zu ihnen gehörige Schiene *s* sichtbar. Die hintere Schiene läuft zu *s* parallel, und beide Schienen lassen sich mittelst der Schraube *D* in einer Führung gleichzeitig gegen einander hin- oder von einander wegbewegen, wodurch sämmtliche vier Elektromagnete entweder zugleich ihrem gemeinschaftlichen Anker genähert, oder zugleich von ihm entfernt werden. Die Schraube *D* ist natürlich an einer Bewegung in ihrer Längsrichtung verhindert und besitzt zwei entgegengesetzt ge-

Fig. 896.



schnittene Schraubengewinde, welche ihre Muttern in Ansätzen an den Schienen *s* haben und bei Drehung der Schraubenspindel diese Schienen in Richtung der Schraubenaxe verschieben. Oben läuft, parallel zu *s*, ein Messingplättchen von Rolle zu Rolle, in dessen Mitte durch ein (in Fig. 396 vor der Axe *aa* sichtbares) Schräubchen die von den Rollen kommenden Enden der Bewickelungsdrähte befestigt sind.

Die acht Pole der vier Stabelektromagnete sind mit Polschuhen versehen; die Polschuhe der vorderen Elektromagnete M_1 und M_2 sind

DIE

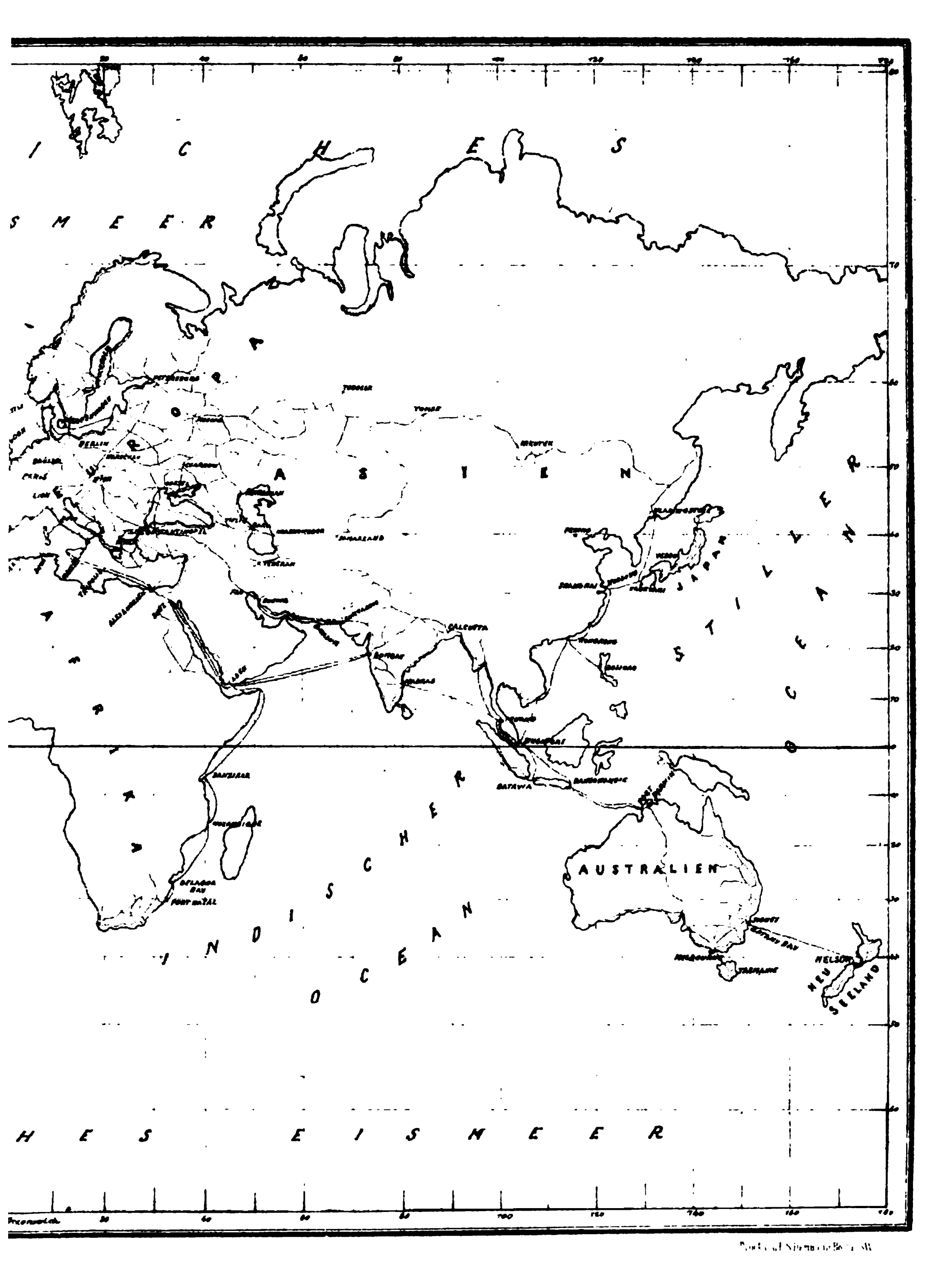
KABEL-VERBINDUNGEN

DER

WELT.

Nach der vom internationalen Bureau der Telegraphen-Verwaltungen zu Bern 1881 herausgegebenen Karte.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer in Berlin. N


A S I E N
AUSTRALIEN
INDISCHER OCEAN
STILLER OCEAN
EISMEER
JAPAN
NEU SEELAND
BERLIN
PARIS
CALCUTTA
BOMBAY
MADRAS
SINGAPORE
BATAVIA
ZANZIBAR
MOZAMBIQUE
DELAGOA BAY
PORT NATAL
SYDNEY
BOTANY BAY
MELBOURNE
TASMANIA
NELSON
TEHERAN
SAMARKAND
SHANGHAI
HONGKONG
PEKING
ALEXANDRIA
ADEN
Greenwich





HANDBUCH

DER

ELEKTRISCHEN TELEGRAPHIE.

UNTER MITWIRKUNG VON MEHREREN FACHMÄNNERN

HERAUSGEGEBEN VON

PROF. DR. K. E. ZETZSCHE,

KAISERL. TELEGRAPHEN-INGENIEUR.

DRITTER BAND:

DIE ELEKTRISCHE TELEGRAPHIE IM ENGEREN SINNE.

ERSTE HÄLFTE.

VIERTE LIEFERUNG.

Die Telegraphenapparate.

BEARBEITET VON DR. E. ZETZSCHE.

MIT ZAHLREICHEN IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.



BERLIN 1885.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER.

MONBIJOUPLATZ 3.

Titel und Inhaltsverzeichniss werden der Schlusslieferung eines jeden Bandes beigegeben.

Inhalt der 4. Lieferung des dritten Bandes.

Seite

---

denen der ihnen gegenüberliegenden hinteren zugekehrt. Die Bewickelung ist so gewählt, dass bei Magnetisirung durch denselben Strom einander gegenüber stets entgegengesetzte Pole entwickelt werden, jeder Nordpol also einem Südpole gegenübersteht. Der Widerstand der vier Rollen beträgt etwa 1000 Ohm. Der Anker des Elektromagnetes besteht, ähnlich wie bei den mit Magnetinduktionsströmen arbeitenden Zeigertelegraphen und Typendruckern von Wheatstone, aus zwei ein wenig gekrümmten Stahlmagneten m_1 und m_2, welche zu einem „X" mit einander verbunden und auf die verticale Axe *aa* aufgesteckt sind. Dieser Anker besitzt also vier Pole; die beiden Nordpole liegen oben, die Südpole unten. Jeder Pol des Ankers liegt zwischen zwei ungleichnamigen Elektromagnetpolen, welche ihn daher beide in gleichem Sinne zu drehen streben, bei der einen Stromrichtung nach vorn, bei der anderen nach hinten zu. So lange kein Telegraphirstrom in der Leitung ist, zieht die in ein Häkchen im oberen Ende des Magnetes m_2 eingehängte Spiralfeder *F*, deren Spannung sich mittels der Schraube *W* reguliren lässt, den Anker $m_1 m_2$ in seine mittlere Lage; wird der Anker durch einen Strom aus seiner Mittellage nach vorn oder nach hinten zu abgelenkt, so stösst er dabei gegen keinen Anschlag, sondern dreht sich so weit, als es die Spannung der Feder *F* bei der vorhandenen Stromstärke erlaubt; beim Aufhören des Stromes führt *F* in beiden Fällen den Anker in seine Mittellage zurück.

Die Regulirung der Spannung der Feder *F* erfolgt in ganz gewöhnlicher Weise, indem die Mutter, woran das nach rechts liegende Federende mittels des in Fig. 396 sichtbaren Häkchens befestigt ist, beim Drehen der Schraube *W* innerhalb des die Schraubenspindel umschliessenden Führungsrohres vorwärts oder rückwärts bewegt wird. Diese ganze Regulirungsvorrichtung, bestehend aus der Feder *F*, der Mutter, dem Führungsrohre und der Schraube *W*, ist nun aber weiter auf einem Schlitten befestigt, welcher mittels der Schraube *C* in horizontaler Richtung nach vorn oder hinten, also normal zur Richtung *Fa*, verschoben werden kann. Von dieser Verschiebung wird nach Bedarf Gebrauch gemacht, um auftretenden tellurischen Strömen entgegen zu wirken.

Die Empfindlichkeit dieses Telegraphen lässt sich ausser durch die Schraube *F* auch noch mit Hilfe der Schraube *q* in dem Ständer *Q* reguliren, da mittels derselben der ganze Obertheil um die Axe *X* gedreht, dadurch aber das Schreibröhrchen *r* leichter oder fester auf den Papierstreifeu aufgedrückt und die Grösse der Reibung zwischen beiden bestimmt wird. Ausserdem ist noch eine Nebenschliessung (*shunt*) zu den Elektromagnetrollen vorhanden, durch welche ein Theil des ankommenden Stromes von diesen Rollen abgeleitet werden kann.

Der Undulator giebt mit einem Leclanché-Element in einem Stromkreise von 30000 Ohm Widerstand deutliche Schrift. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit hat man anstatt des X-förmigen Stahlankers $m_1 m_2$ mit gutem Erfolge auch einen ⌶-förmigen Anker aus weichem Eisen angewendet, bei welchem den die beiden horizontalen Schenkel des ⌶ verbindenden und zugleich die Axe *aa* ersetzenden verticalen Schaft des ⌶ eine von einem Lokalstrom umkreiste Elektromagnetrolle mit wenig Windungen dicken Drahtes umgab, so dass der ⌶-förmige Anker kräftig magnetisch gemacht wurde und zwar ganz ähnliche Polarität besass, wie der X-förmige Stahlanker $m_1 m_2$, ihm also auch ganz die nämliche Stellung gegen die vier Elektromagnete $M_1 M_2$ gegeben werden konnte, wie dem Stahlanker.

XXII. **Das Schreibwerk.** Die Axe *aa* des Ankers ist um etwa 6 mm (¼ Zoll englisch) über sein oberes Lager hinaus verlängert und läuft in eine feine Spitze aus. Auf dieser Spitze sitzt ein auf ihr mittels eines Schräubchens befestigtes Messingblöckchen *n*; in seiner unteren Fläche besitzt dieses Blöckchen ein kleines Loch, mit dem es auf die Spitze der Axe *aa* aufgesteckt und dann auf ihr mittels des von seitwärts kommenden Schräubchens befestigt wird. An dem Block *n* ist ein ungefähr 100 mm langes und sehr feines silbernes Röhrchen *rr* angebracht, das mit schwacher Neigung in Fig. 396 nach links hin läuft und an seinem freien Ende fast senkrecht auf den Papierstreifen *pp* hinabgebogen ist. Innerhalb des Blöckchens *n* macht das Rohr, wie in Fig. 396 angedeutet ist, eine Biegung nach oben, so dass sein oberes Ende in der Verlängerung der Ankeraxe liegt. Das Röhrchen ragt im Ganzen etwa 19 mm (¾ Zoll) über den Block *n* empor. Indem sich das Röhrchen mit dem Anker um dessen Axe dreht, macht sein unteres freies Ende über dem Papierstreifen, welcher unter ihm hinweggeführt wird, die Bewegungen, welche die Schrift erzeugen. Diese Bewegungen der schreibenden Rohrmündung werden bei gleich grosser Drehung der Ankeraxe natürlich um so grösser, je länger das Röhrchen ist. Es können in dem Undulator Schreibröhrchen von zwei verschiedenen Längen verwendet werden. Bei Benutzung der längeren Rohre kommt die Rolle oder Walze *i*, über welche der Papierstreifen *p* hinweggeführt wird, in das Lager *Y* zu liegen, bei der sehr selten vorkommenden Benutzung der kürzeren Rohre dagegen in das Lager *V*.

Der von unten kommende Papierstreifen *p* wird zunächst über einen auf der Decke des Laufwerkskastens aufgeschraubten Stab *c* aus polirtem Rundstahl geführt. Diesem Stabe *c* etwas seitwärts gegenüber steht ein zweiter solcher Stab *d*, welcher an dem Riegel *H* befestigt ist. Beide Stäbe dienen dazu, den Streifen *pp* mehr oder weniger fest zu spannen, so dass er immer in der nöthigen Straffheit über die

Rolle *i* hinwegläuft. Dazu ist der den oberen Stab *d* tragende Riegel *H* an der Rückwand des Laufwerkskastens mittels einer Schraube fest gemacht, der Hals der Schraube geht jedoch durch einen Schlitz oder ein „Knopfloch" des Riegels hindurch, so dass der Riegel *H* und mit ihm der Stab *d* höher oder tiefer gestellt werden kann. Der Streifen *p* wird auf der Rolle *i* seitwärts durch zwei an den beiden Enden der Rolle sitzende Scheiben geführt; diese beiden Scheiben werden jetzt getrennt auf die Rolle *i* geschoben, so dass sie auf ihr, der Breite des Streifens entsprechend, verschoben werden können, wie dies ja sonst auch bei den Stift- und Farbschreibern üblich war bezw. ist.

Das von einer kräftigen Feder getriebene Laufwerk wird mittels des Handgriffes *J* aufgezogen; die Laufgeschwindigkeit des Triebwerkes ist mittels eines Hebels regulirbar, welcher ähnlich wie bei Wheatstone's automatischem Sender und dem zugehörigen polarisirten Schnellschreiber (vgl. XXXIX.) über einer Skala auf dem Rahmen *U* hin- und hergeht, in Fig. 396 jedoch nicht mit gezeichnet, sondern zur Zeit weiter links liegend zu denken ist.

Der Papierstreifen *p* wird in der Regel von dem Schreibröhrchen *r* berührt; nur bei sehr schwachen Strömen wird das Röhrchen *r* nebst dem Elektromagnetsysteme mittels der Schraube *q* in dem Ständer *Q* so weit gehoben bezw. um die Axe *X* gedreht, dass die Verbindung zwischen dem Rohre *r* und dem Streifen *p* nur durch einen Halbtropfen der Schreibflüssigkeit hergestellt wird, welche *r* aus dem Tintenbehälter *G* entnimmt. Dieser Tintenbehälter ist luftdicht verschlossen, besitzt jedoch einen nach unten gerichteten rohrförmigen Ansatz *h*, welcher, wenn der Behälter *G* in seine richtige Stellung gebracht wird, sich gerade über der Ankeraxe und dem oberen Ende des Schreibröhrchens *r* befindet; das Rohr *h* umschliesst das noch in den Behälter *G* hineinragende Ende des Röhrchens *r*, jedoch ohne dasselbe irgendwie zu berühren, und daher wird auch zwischen beiden keine Reibung erzeugt, wenn der Anker $m_1 m_2$ und mit ihm das Schreibröhrchen sich bewegt. Trotz des freien Raumes zwischen den beiden Röhrchen fliesst aber dennoch keine Flüssigkeit aus dem Zwischenraume zwischen beiden aus, weil derselbe so eng ist, dass ein Ausfliessen unmöglich ist. Sollte aber doch beim Aufsetzen oder beim Abnehmen des Behälters sich ein einzelner Tropfen durchdrängen, so wird derselbe von dem das Rohr *r* umgebenden Schälchen *u* aufgefangen. Ist der Behälter *G* gehörig aufgesetzt, so ragt das Röhrchen ungefähr 1,5 mm ($\frac{1}{16}$ Zoll) über seinem Boden in die Tinte hinein; die Tinte erfüllt dann rasch zufolge der Capillarattraction das Schreibröhrchen und tritt in Form eines Halbtropfens aus dem flach geschliffenen unteren Ende des Schreibröhrchens heraus, wenn die Spitze den Streifen *p* nicht unmittelbar

berührt. Ist der Behälter *G* leer geschrieben, so wird er abgehoben, der Schraubenpfropfen *v* herausgeschraubt und frische Tinte eingegossen.

Die Tinte ist eine Abkochung von Anilin in Wasser, welcher nach dem Abkühlen Spiritus zugesetzt wird; zufolge dieses Spirituszusatzes wird sie schnell vom Papier aufgenommen, und die Schrift ist sofort trocken.

Während der Undulator nicht im Gebrauch ist, wird der ganze obere Theil, bestehend aus den Elektromagneten, dem Anker $m_1 m_2$, dem Schreibrohr *r*, dem Behälter *G* und dem denselben tragenden Säulchen *P* um die Axe *X* zurückgedreht, bis sich *P* auf das Kautschukkissen *K* auflegt. In dieser Stellung ist ein Ausfliessen der Tinte unmöglich, weil die Schreibspitze des Silberrohres *r* dabei höher liegt als der Tintenspiegel in dem Behälter *G*.

XXIII. **Benutzungsweise.** Der Undulator wird stets unmittelbar in die Leitung eingeschaltet, arbeitet also ohne Relais. Nur bei seiner Benutzung auf oberirdischen Leitungen aber wird mit länger dauernden, sich unmittelbar an einander anschliessenden und in ihrer Länge von den einzelnen, längeren und kürzeren Schriftelementen abhängigen Wechselströmen (vgl. §. 21, VIII.) telegraphirt, während auf Kabeln, zur Verminderung der Ladung derselben und damit zwischen den einzelnen Strömen Zeit zur Entladung des Kabels gewonnen werde, nur mit kurzen Stromstössen von stets gleicher und von den Elementarzeichen der Schrift unabhängiger Dauer (vgl. §. 21, IV.) gearbeitet wird.

Die Stromsendung wird nur zuweilen, aber selten und stets nur zu kurzen Bemerkungen, zum Anrufen und dergl. mit einem Handtaster bewirkt. Die Telegramme werden stets mit Wheatstone's selbstthätigem Sender abgesendet, welcher von der Grossen Nordischen Gesellschaft in einer von der sonst in England und in Frankreich benutzten Anordnung nur wenig abgeänderten Einrichtung verwendet wird; während nicht telegraphirt wird, schaltet man den Sender und mit ihm zugleich die Linienbatterie aus.

Der Undulator schreibt, wenn man den Papierstreifen *p* laufen lässt, ohne Ströme durch die Elektromagnete M_1, M_2 zu senden und dadurch den Anker $m_1 m_2$ zu bewegen, eine fortlaufende Linie in der Mitte des Streifens. Die Schrift wird durch Ablenkungen des Schriftzuges aus dieser Mittellinie gebildet; ein positiver Strom bewirkt eine Ablenkung nach oben, ein negativer eine solche nach unten. Durch die Schrift wird beim Arbeiten mit Wheatstones Sender die Morseschrift nachgeahmt, die Punkte und Striche der letzteren also durch kleinere und grössere Ablenkungen des Schriftzuges aus der Mittellinie nach oben ausgedrückt, während die verschieden langen Ablenkungen nach unten

die leeren Zwischenräume zwischen den Elementarzeichen der Morseschrift wiedergeben.

Wird also nicht mit gleich kurzen Stromstössen, sondern mit Strömen gearbeitet, deren Dauer sich nach der Länge der hervorzubringenden Ablenkungen nach oben oder nach unten (der Schrift oder Zwischenräume) richtet, so kommt das Schreibröhrchen *r* und der Schriftzug während der ganzen Zeit des Telegraphirens und selbst bei Pausen im Telegraphiren nicht in die Mittellinie zurück, sondern geht bei jedem Wechsel der Stromrichtung rasch durch sie hindurch, um oben oder unten zu schreiben, oben die eigentliche Schrift als Punkte und Striche von beliebiger Länge zu verzeichnen und unten in gleicher Weise die Zwischenräume von verschiedener Dauer, nämlich beides durch kurze oder längere zur Mittellinie parallele Striche. Die Schrift, welche sich bei Benutzung solcher Ströme enger und deutlicher an die Morseschrift anlehnt, nimmt dabei eine Gestalt an, welche man sich nach den in Fig. 348 auf S. 410 abgebildeten drei Buchstaben *a*, *b*, *c* leicht vorstellen kann.

Wenn dagegen mit lauter kurzen Strömen von gleicher Dauer telegraphirt wird, wenn also ein solcher kurzer positiver Strom am Anfang eines jeden Striches und Punktes und ein negativer am Ende des Striches und Punktes oder am Anfang eines jeden kürzeren oder längeren Zwischenraumes gegeben wird, so wird nach dem Aufhören des positiven und des negativen Stromes die Spannfeder *F* das Schreibröhrchen *r* in die Mitte des Streifens zurückzuführen streben. Die Länge jedes einzelnen wellenförmigen Schriftelementes ist hierbei natürlich nicht von der Dauer des dasselbe beginnenden Stromes abhängig, sondern von der zeitlichen Entfernung zweier auf einander folgenden Ströme und, während nicht telegraphirt wird, schreibt das Röhrchen *r* in der Mitte. Wird also dabei langsam telegraphirt, so kann bei den die Morsestriche ersetzenden und bei den grössere Zwischenräume bedeutenden Zeichen das Röhrchen *r* eine Zeit lang in der Mitte schreiben; bei den die Morsepunkte und die kurzen Zwischenräume darstellenden Zügen dagegen wird sich ein merklicher Unterschied gegen die durch die andere Art der Wechselströme erzeugten Züge kaum herausstellen, ja auf Kabeln wird die allmählich vor sich gehende Entladung durch die Elektromagnete des Empfängers auch beim Telegraphiren mit kurzen Stromstössen selbst den längere Zwischenräume und Morsestriche bedeutenden Zügen eine hübsche Rundung geben. Als Schriftprobe dieser Art ist in Fig. 347 auf S. 410 zur Vergleichung mit Fig. 348 das von Dänemark auf einem der Nordseekabel der Gesellschaft nach Newcastle-on-Tyne telegraphirte Wort „leave“ mit abgedruckt worden.

Natürlich würde sich mit dem Undulator auch die auf Thomsons

Heberschreibapparat übliche und daher kurz als Recorderschrift bezeichnete Schrift erzeugen lassen, bei welcher der Morsepunkt durch eine Ablenkung nach oben und der Morsestrich durch eine Ablenkung nach unten ausgedrückt wird. Vgl. Fig. 346 auf S. 410.

Versuchsweise hat die Grosse Nordische Telegraphen-Gesellschaft mit dem Undulator auch auf oberirdischen Leitungen von beträchtlicher Länge gearbeitet und dabei gute Erfolge erzielt. In mehreren Fällen, wo die Betriebsfähigkeit der oberirdischen Leitungen durch ungünstiges Wetter so sehr geschwächt war, dass mit dem gewöhnlichen Wheatstone'schen polarisirten Farbschreiber nicht mehr gearbeitet werden konnte, vermochte der Undulator noch bis zu 80 Worten in der Minute aufzunehmen.

Auch mit Uebertragung wurde telegraphirt. Jedes polarisirte Relais und auch der Wheatstone'sche Schnellschreiber lassen sich durch kleine Veränderungen dahin bringen, dass sie ein mit dem Wheatstone'schen selbstthätigen Sender gegebenes Telegramm übertragen, jedoch nur von einer oberirdischen Leitung aus. Ungleich schwieriger ist es, die aus einem Kabel kommende Schrift des Wheatstone'schen Senders zu übertragen; gleichwohl leistet der Undulator auch dieses vorzüglich, doch müssen dazu natürlich noch einige kleine Aenderungen an ihm vorgenommen werden. Es wird dann nämlich das Schreibrohr durch einen Senderhebel ersetzt und dieser mit der Leitung, in welche das Telegramm weitergegeben werden soll, verbunden, mit entsprechenden Contacten versehen und ihm an jeder Seite eine Contactschraube gegenübergelegt; an diese beiden Contactschrauben werden die entgegengesetzten Pole zweier Telegraphirbatterien geführt und die beiden anderen Pole derselben zur Erde abgeleitet. Wird aus einer oberirdischen Linie kommende Schrift übertragen, so wird noch ein Condensator eingeschaltet, damit derselbe die aus der oberirdischen Leitung kommenden Wechselströme von grösserer Dauer in einen kurzen Stromstoss zu Anfang eines jeden länger dauernden Stromes umsetzt.

XXIV. **Mygind's Dextrineur.** Neben dem Undulator wird von der Grossen Nordischen Telegraphen-Gesellschaft auch der 1883 ebenfalls von der Gesellschaft in Wien ausgestellte Dextrineur von Joh. Mygind benutzt, d. i. ein Gummirapparat zum Aufkleben der vom Undulator beschriebenen Papierstreifen auf Papierblätter, von denen die Telegramme noch in der Undulatorschrift wieder abtelegraphirt werden. In diesem Dextrineur (einer Verbesserung des schon 1871 von Mygind benutzten) wird der Streifen mit der Schrift nach oben unter einer Zuführungswalze eingeführt, geht dann über eine mit der unteren Hälfte in die Dextrinlösung eintauchende Gummiwalze, nimmt auf seiner Unterseite von der oberen Seite der Walze die Dextrinlösung auf und geht dann

über einen Abstreicher hinweg, um schliesslich unter einer Abführwalze auszutreten. Mit Hülfe des Dextrineurs sollen 250 Telegramme in 1 Stunde aufgeklebt werden können. Die Papierblätter besitzen den nöthigen Vordruck für die dienstlichen Zusätze und haben für die verschiedenen Stationen der Gesellschaft verschiedene Farbe, so dass man aus der Farbe des Blattes schon das gebende Amt erkennen kann.

7. *Der polarisirte Farbschreiber von Bramâo.*

Wie schon in Anm. 3 auf S. 411 erwähnt wurde, ist der von 1874 ab einige Jahre auf einigen portugiesischen Telegraphenlinien benutzte polarisirte Farbschreiber des Ingenieurs der portugiesischen Telegraphenverwaltung August Bramâo in Lissabon dazu bestimmt, durch die Wirkung kurzer und langer, positiver und negativer Ströme vier verschiedene Schriftzeichen von der in Fig. 397 dargestellten Form zu erzeugen. Die aus diesen Zeichen gebildete Schrift lässt sich als Zickzackschrift, aber auch als zweizeilige Schrift mit Zeichen von zwei verschiedenen Längen auffassen. Der Griffel berührt den Papierstreifen

Fig. 397.



beständig und schreibt daher bei stromfreier Linie eine ununterbrochene gerade Linie auf den Streifen. Mit den 4 Elementarzeichen lassen sich

4 telegraphische Schriftzeichen bei blos einmaliger Stromsendung,
16 " " " zweimaliger "
64 " " " dreimaliger "
256 " " " viermaliger " u. s. f.

bilden. Bei Zulassung von ein bis viermaliger Stromgebung für jedes einzelne Schriftzeichen könnte man ferner mittels der vier Elementarzeichen leicht ein Wörterbuch herstellen, dass in 310 Reihen je 340 verschiedene Zeichen, im Ganzen also 310 . 340 = 105 400 Zeichen für ebenso viele Begriffe oder Sätze enthielte.

XXV. **Der Sender** ist in Fig. 398 im Aufrisse, z. Th. im Schnitt, in Fig. 399 theilweise in der Seitenansicht und in Fig. 400 im Grundrisse abgebildet. Er enthält zwei federnde Metallspangen h_1 und h_2, welche für gewöhnlich an zwei aus der Unterseite des metallenen Steges c vorstehenden Stellschrauben i_1 und i_2 anliegen; beide sind auf Metallklötzchen befestigt und können durch Einstecken eines Metallstöpsels q mit einem zwischen beiden Klötzchen liegenden Metallstücke v in lei-

tende Verbindung gesetzt werden, von welchem zwei andere Metallspangen u_1 und u_2 auslaufen, welche, wenn h_1 bez. h_2 mittels des Knopfes r_1 bez. r_2 auf den Contactstift in der Metallschiene d herabgedrückt wird, von isolirten Stiften in der unteren Fläche der Spangen h_1 bez. h_2 mitgenommen und in Berührung mit der auf eine metallene Schiene aufgeschraubten Contactfeder j_1 bez. j_2 gebracht werden. Das erste und dritte Zeichen in Fig. 397 werden durch Niederdrücken der Spange h_1, das zweite und vierte mit der Spange h_2 gegeben.

Zur Einschaltung des Empfängers und des auf dem Grundbrete desselben mit angebrachten Senders dienen sechs Klemmen Z_2, K_2, Z_1,

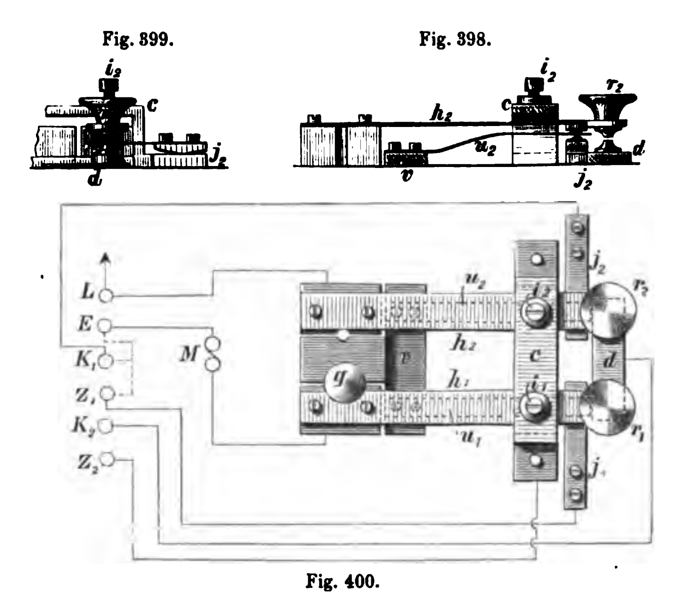


Fig. 400.

K_1, E und L, Fig. 400 und 402. L und E nehmen die Telegraphenleitung, bez. die Erdleitung auf. Von E führt ferner ein Draht durch den Elektromagnet M des Empfängers nach der Spange h_1, ebenso von L ein Draht nach h_2; Z_1 und K_1 sind durch Drähte mit j_1 bez. j_2 verbunden, Z_2 und K_2 aber stehen mit c bez. d in Verbindung.

Wenn nun, um eine Verwendung gemeinschaftlicher Batterien für mehrere Leitungen zu ermöglichen, mit zwei Batterien von gleicher Stärke telegraphirt werden soll, so wird die eine Batterie (B_1) mit dem Kupferpole, die andere (B_2) mit dem Zinkpole an die Klemme E und an Erde gelegt; der noch freie Zinkpol der ersteren wird mit der Klemme Z_1 verbunden, der Kupferpol der zweiten mit K_1, in die

Klemmen K_2 und Z_2 kommen keine Drähte, auch wird die in Fig. 400 punktirt angedeutete Verbindung der Klemmen K_1 und Z_1 mit E nicht hergestellt; der Stöpsel q wird in das Loch zwischen v und h_2 gesteckt. Ein aus L ankommender Strom findet dann einen Weg über h_2, c, h_1 und M nach E und zur Erde. Beim Niederdrücken der Taste h_1 geht der Zinkstrom (von B_1) über Z_1, j_1, u_1, v, q, h_2 und L in die Leitung. Wird dagegen die Taste h_2 niedergedrückt, so wird der Leitung der Kupferstrom (von B_2) über K_1, j_2, u_2, v, q, h_2 und L zugeführt.

Wenn ein Telegraphenamt blos einen Apparatsatz besitzt, oder wenn für jede Leitung eine besondere Batterie benutzt werden soll, so wird dieselbe mit ihrem Zink- und Kupferpole zwischen Z_2 und K_2 eingeschaltet; K_1 und Z_1 aber werden, wie dies in Fig. 400 punktirt angegeben ist, unter sich und mit der Klemme E verbunden, der Stöpsel q endlich in das Loch zwischen v und h_1 eingesteckt. Auch dann kann ein aus der Leitung kommender Strom über L, h_2, c, h_1 und M zur Erde gelangen. Wird die Taste h_1 niedergedrückt, so wird der Kupferpol der Batterie über K_2, d, h_1, q, v, u_1, j_1, Z_1 und E an Erde gelegt, und der Strom der Batterie geht von Z_2 über c, h_2 und L in die Leitung. Durch das Niederdrücken der Taste h_2 hingegen kommt der Zinkpol der Batterie über Z_2, c, h_1, q, v, u_2, j_2 und K_1 an Erde E zu liegen, während der Strom von K_2 aus über d, h_2 und L in die Leitung gelangt.

Will man endlich mit dem Apparate in kurzem Schlusse telegraphiren, so schaltet man eine kleine Batterie zwischen Z_2 und K_2 ein, jedoch mit dem Kupferpole an Z_2 und mit dem Zinkpole an K_2, lässt ferner Z_1 und K_1 unverbunden, verbindet dagegen L und E mittels eines Drahtes mit einander und steckt den Stöpsel q nach Belieben in das Loch zwischen v und h_1 oder h_2. Die niedergedrückte Taste h_1 führt dann den Strom vom Kupferpole über Z_2, c, h_2, L, E durch M, h_1, d und K_2 zum Zinkpole zurück, wogegen der Strom beim Niederdrücken von h_2 in entgegengesetzter Richtung durch den Elektromagnet M geführt wird.

XXVI. **Den Empfänger** zeigen Fig. 401 und 402 im Aufriss und Grundriss; auf dem rechts abgebrochenen Grundbrete ist neben dem Empfänger der Geber angebracht; ferner ist rechts am Grundbrete der Träger für die Papierrolle angeschraubt, von welcher der Streifen p ein Stück im Innern des Grundbretes hinläuft und bei d hervortritt. Das mittels des Schlüssels A aufzuziehende Federtriebwerk mit Centrifugalregulator befindet sich in dem Kasten H. Die Axe seines zweiten Rades tritt durch die Kastenwand heraus und trägt vor ihr die Papierzugwalze P_2, welche in Gemeinschaft mit der durch eine Feder gegen sie angepressten Walze P_1 den Papierstreifen p mit einer mittleren Ge-

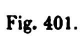


Fig. 401.

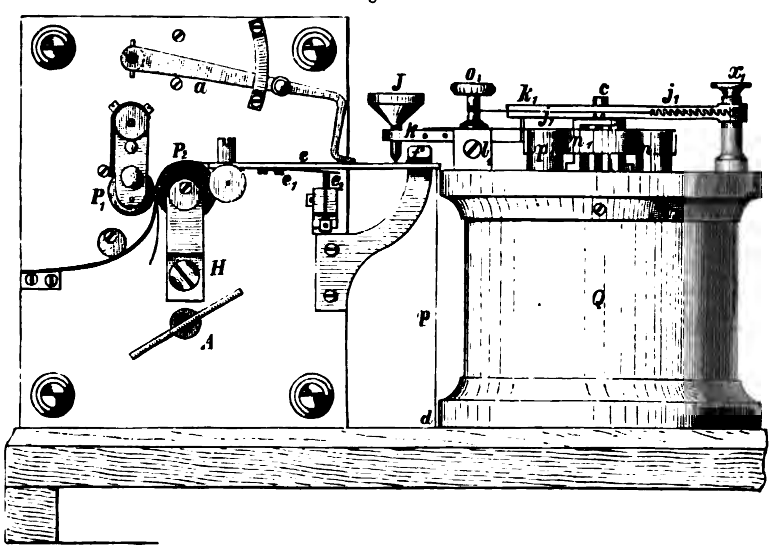
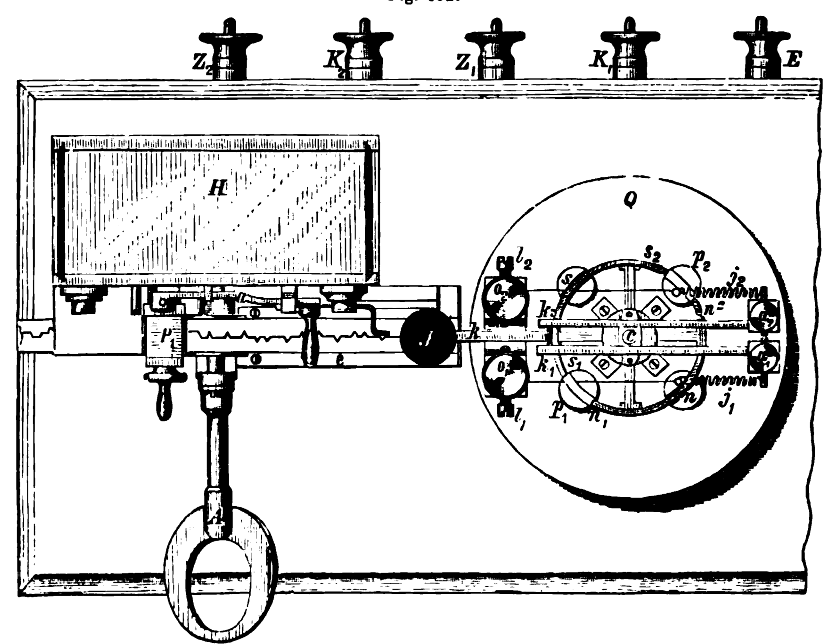


Fig. 402.



schwindigkeit von 50 cm in der Minute fortbewegt. Vor P_2 ruht p auf einer horizontalen Platte e, welche durch eine mittels der Schraube e_2 regulirbaren Feder e_1 leicht nach oben gedrückt wird und somit den Papierstreifen an die Schreibvorrichtung J anlegt. Mittels des Hebels a kann das Laufwerk gebremst und zugleich die Platte e mit dem Streifen p nach unten bewegt und von der Schreibvorrichtung J entfernt werden. Letztere ist ein trichterförmiges, unten mit einer feinen Oeffnung versehenes Farbgefäss, in welches die mit Mandelöl verdünnte Schreibfarbe gegossen wird. Ein an H angeschraubtes, gebogenes Blechstück führt den aus dem Papierzuge austretenden Streifen p und verhütet, dass er etwa (wie in Fig. 401 und 402) unter dem Blechstücke hinlaufe.

Das Magnetsystem des Empfängers ist in der Büchse Q untergebracht. Es besteht aus einem kräftigen Hufeisenmagnete mit den Polen n und s und einem gewöhnlichen Hufeisen-Elektromagnete mit den Polen p_1 und p_2. Die Vertikalebenen durch die Schenkel beider und daher auch die Verbindungslinien $n\,s$ und $p_1\,p_2$ ihrer Pole schneiden sich unter einem rechten Winkel. Die vier Pole liegen in einer horizontalen Ebene; sie sind mit kreisbogenförmigen Schlitzen versehen, und in diesen vier Schlitzen können sich zwei halbkreisförmige Anker $n_1\,n_2$ und $s_1\,s_2$ frei bewegen, welche mittels eines kupfernen Kreuzes auf einer durch die Mitte des Kreises gehenden vertikalen Axe befestigt sind. Von dem Kreuze läuft zugleich noch ein Arm k aus, welcher das in ihn eingeschraubte Farbgefäss J trägt. Neben dem Arme k liegen, ihm zu beiden Seiten, zwei Hebel k_1 und k_2, welche auf die Axen a_1 und a_2 aufgesteckt sind; die Spannung der auf die beiden Hebel wirkenden Federn j_1 und j_2 wird mittels der Schrauben o_1 und o_2 so regulirt, dass die Hebel von beiden Seiten her einen schwachen Druck auf den Arm k ausüben. Diesen Druck fängt schliesslich ein im Kreismittelpunkte angebrachter Stift c auf, welcher bei Einstellung des Apparates soweit nach der einen oder andern Seite hin verschoben wird, dass die Lage, in welche die beiden Hebel k_1 und k_2 den Arm k einzustellen streben, mit der Ruhelage des Ankers $n_1\,n_2\,s_2\,s_1$ zusammenfällt; in dieser Ruhelage sind die Pole s_1 und n_1, s_2 und n_2 gleich weit von den Polen p_1 und p_2 entfernt. Die Stellschrauben l_1 und l_2 begrenzen das Spiel des Hebels k.

Die den Elektromagnet des Empfängers durchlaufenden Telegraphirströme drehen je nach ihrer Richtung den von den Polen n und s des Hufeisenmagnetes polarisirten Anker $n_1\,n_2\,s_2\,s_1$ und mit ihm den Arm k sammt dem Schreibgefässe J nach links oder nach rechts, wodurch je nach der Dauer der Ströme spitzige oder breitere Ablenkungen nach links oder nach rechts in der von J in seiner Mittellage auf p beschriebenen geraden Linie erzeugt werden.

8. *Thomson's Heberschreibeapparat.*

Einer der interessantesten Apparate der neueren Telegraphie ist unstreitig der zum Betriebe langer Unterseeleitungen [27]) bestimmte, von Sir William Thomson in Glasgow 1867 erfundene und von 1871 an vielfach verbesserte Heberschreibapparat (siphon recorder), dessen bereits im 1. Bande auf S. 148 gedacht wurde. Derselbe wurde in England 1867 unter No. 2147 und 1871 unter No. 252 patentirt und ist mehrfach nicht nur in besonderen Büchern (J. C. Cuff, Directions for setting up and use of Sir William Thomson's Siphon Recorder, Glasgow 1873. — J. A. Ewing, Description of Sir W. Thomson's Siphon Recorder and Thomson and Jenkin's Automatic Curb Sendèr, Edinburgh 1876. — A. L. Ternant, Le Siphon Recorder, Paris 1876 und 1882) beschrieben worden, sondern es haben auch eine grosse Anzahl von Zeitschriften durch Wort und Bild seine Einrichtung eingehend erläutert (vgl. Dingler, Journal, **205**, 197; **224**, 279; Journal télégraphique, **3**, 293; Journal of the Telegraph, **9**, 49; Engineering, August 1876, S. 115; Lumière électrique, Bd. **6**, No. 24 u. s. w.).

Im Nachfolgenden schliesse ich mich eng an einen Aufsatz an, welchen Dr. A. Tobler in Zürich eben in der Elektrotechnischen Zeitschrift (**1885**, 285 ff.) veröffentlicht. Die Abbildungen, welche diesen Aufsatz begleiten und hier als Fig. 406 bis 412 und Fig. 413 bis 421 mitbenutzt werden, sind nach vortrefflichen, in halber natürlicher Grösse ausgeführten, in Eigenthum der Vereinigten Deutschen Telegraphengesellschaft befindlichen Tafeln hergestellt, deren Benutzung für beide Zwecke Seitens der Direktion der genannten Gesellschaft geneigtest gestattet wurde. Die Leistungsfähigkeit des Recorders ist eine bedeutende. Nach einer gefälligen Mittheilung der Direktion der Vereinigten deutschen Telegraphengesellschaft befördert man auf dem Emden-Valentia-Kabel (vgl. XXXII.) in den frequenten Betriebsstunden mit Leichtigkeit 60 bis 70 Telegramme in der Stunde. Einer der Beamten hat sogar im Monat November vorigen Jahres in einer Stunde 86 Telegramme befördert, eine Leistung, die sich noch erhöht haben würde, wenn nicht eine Pause von 6 Minuten eingetreten wäre, während welcher keine Telegramme vorlagen.

XXVII. **Der Grundgedanke.** Im Heberschreibapparate wird die Anziehung zwischen einem vom Telegraphirstrome durchflossenen Leiter

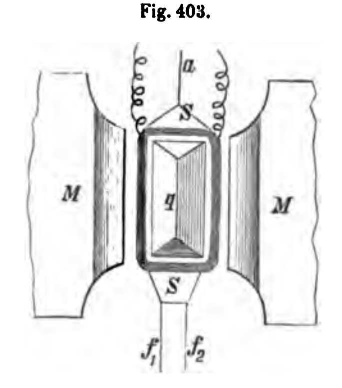
---

[27]) Im Jahre 1883 wurde der Heberschreiber von der American Telegraph and Cable Company, der Direct United States Cable Company und der Compagnie de française du télégraphe de Paris nicht benutzt, sondern blos ein Sprechgalvanometer (vgl. §. 25, III.; die Anglo-American Telegraph Company machte auch vom Heberschreiber Gebrauch, ebenso die Eastern Telegraph Company. Vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, **1884**, 75 und 161.



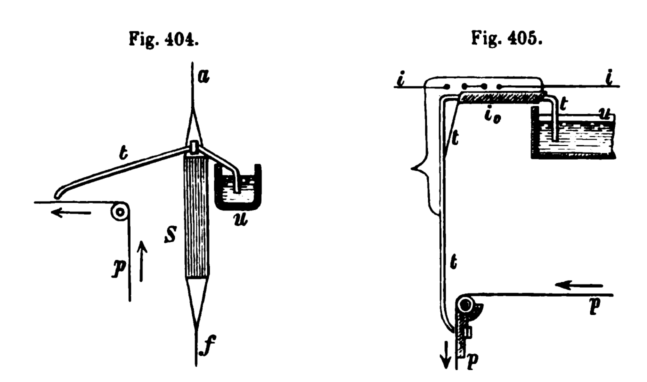
und einem Magnete zur Erzeugung einer Zickzackschrift (vgl. Fig. 346 auf S. 410) verwerthet und zwar erinnert die Anordnung des Elektromagnetes an Bain's Typendrucker und Zugstelegraph (vgl. Handbuch, 1, 297; 4, 322). In einem äusserst kräftigen, durch zwei mächtige Elektromagnete *M*, *M*, Fig. 403, — in einzelnen Fällen auch durch permanente Magnete — und durch ein am Apparatgestelle befestigtes Stück *q* weichen Eisens gebildeten magnetischen Felde schwebt, an einem Seidenfaden *a* aufgehängt, ein kleiner, mit vielen Windungen eines feinen isolirten Kupferdrahtes bewickelter rechteckiger Rahmen *S*. Das *q* umschliessende Rechteck liegt in einer senkrechten Ebene. Von den beiden unteren Ecken desselben gehen zwei Fäden f_1 und f_2 aus, die durch kleine Gewichte so gespannt werden, dass dem Rahmen *S* eine bestimmte Richtung als Ruhelage ertheilt wird; er steht mit seiner Ebene parallel zur Verbindungslinie der Pole der Elektromagnete *M*, *M*.

Fig. 403.



Wenn nun ein Telegraphirstrom die Windungen auf dem Rahmen durchläuft, so wird dadurch dem letzteren, je nach der Stromesrichtung, eine kleine Drehung in dem einen oder anderen Sinne ertheilt. Diese

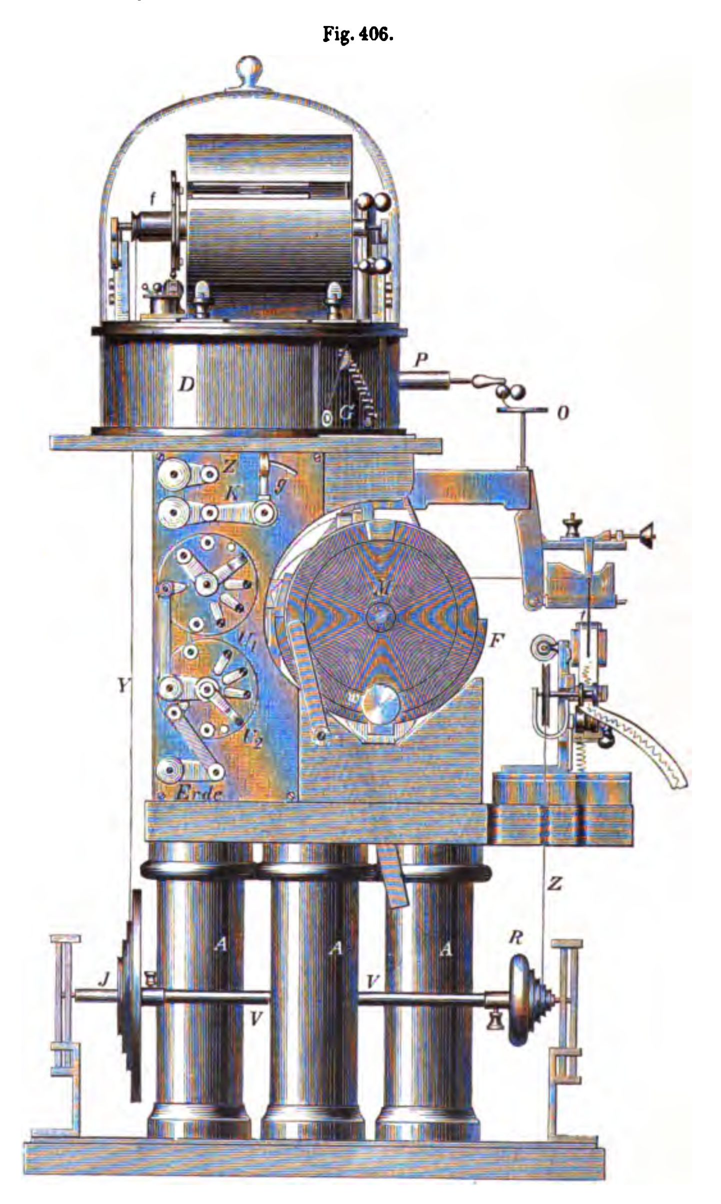
Fig. 404. Fig. 405.



Bewegungen könnten nun in einfachster Weise gleich unmittelbar zum Erzeugen der Schrift verwendet werden, indem man nach Fig. 404 (vgl. auch Fig. 422) einen leichten Glasheber *t* an dem Rahmen *S* befestigte. Gewöhnlich überträgt aber ein System von Fäden die Bewegungen des Rahmens auf einen äusserst leichten in einem Aluminiumsattel i_0 mittels Harz oder Wachs befestigten Glasheber *t*, Fig. 405,

dessen kürzerer Schenkel in ein Gefäss *u* mit Anilinblaulösung taucht und dessen längerer über dem (von oben nach unten bewegten) Papier-

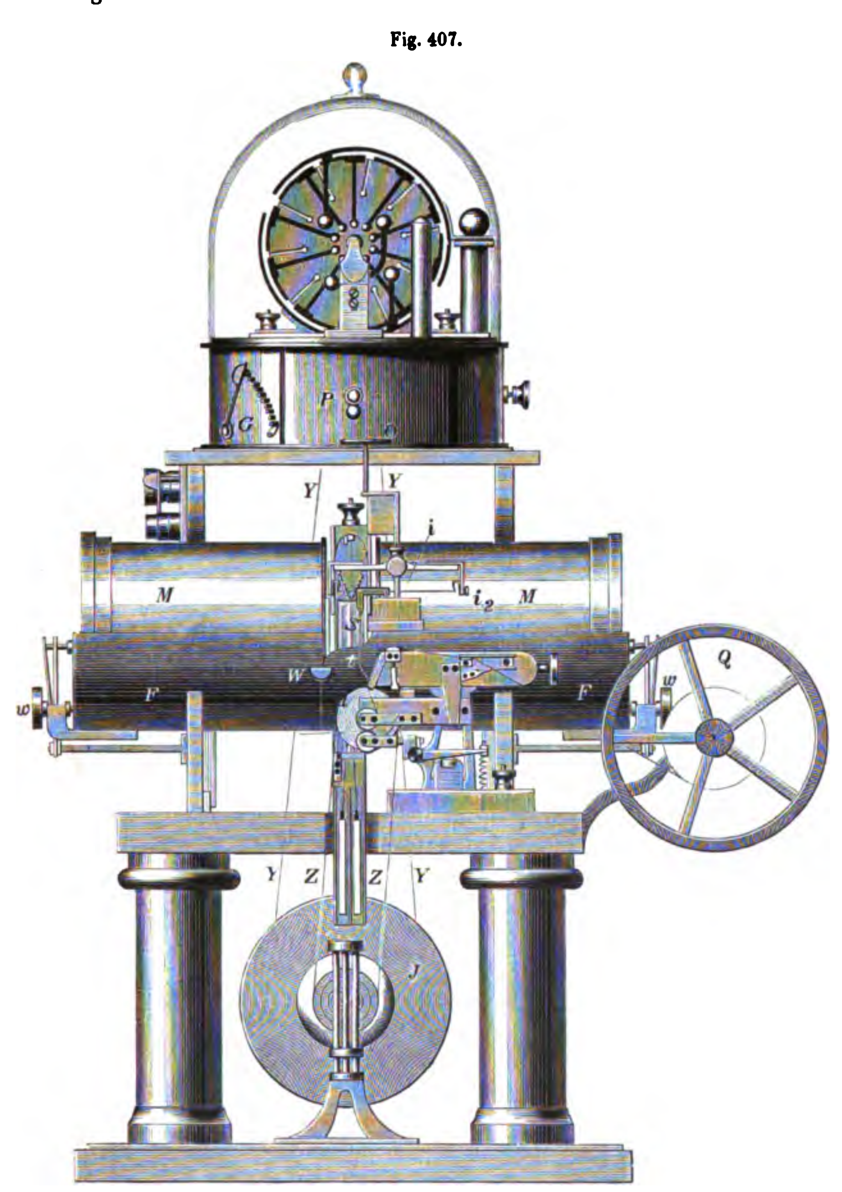
Fig. 406.



streifen *p* schwebt, ohne ihn zu berühren. So lange der Rahmen in Ruhe bleibt, wird eine gerade Linie geschrieben; eine Ablenkung nach

rechts oder links erzeugt die bekannte, in Fig. 346 abgebildete wellenförmige Schrift.

Fig. 407.



Da beim Heberschreiber die Ablenkungen des Rahmens im Wesentlichen als in jedem Momente der Stromstärke proportional angesehen

werden können, so ist die Form der Zeichen von den Constanten des Telegraphenkabels, sowie von der Stärke der Batterie, der Capazität des Empfangscondensators und der Dauer des Stromschlusses abhängig.

Den Papierstreifen *p* bewegt eine elektromagnetische Maschine, welche „Mouse-Mill" genannt wird. Dieselbe elektrisirt zugleich auch die Schreibflüssigkeit, so dass letztere in feinen Tröpfchen aus der das Papier *p* nicht berührenden Spitze des Hebers *t* ausströmt. Bei Anwendung der in Fig. 404 skizzirten Anordnung des Hebers *t* könnte man das Elektrisiren der Tinte umgehen und das Ausfliessen derselben durch den Luftdruck allein bewirken lassen.

Der Heberschreibapparat ist in Fig. 406 und 407 in etwas reichlich $\frac{1}{6}$ der natürlichen Grösse in zwei verschiedenen Ansichten abgebildet;

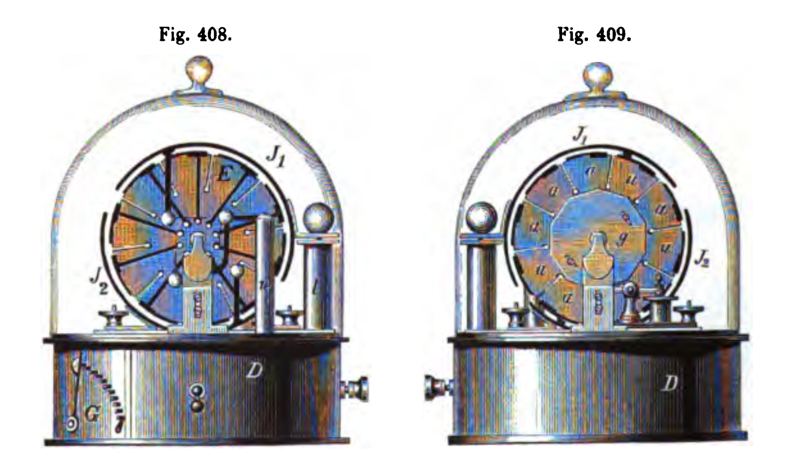


Fig. 408. Fig. 409.

seine einzelnen Theile und deren Zusammenwirken mögen nun eingehender besprochen werden.

XXVIII. **Die elektromagnetische Maschine** (Mouse-Mill). Dieser im oberen Theile des Heberschreibers unter einer Glasglocke *V* untergebrachte Apparat dient, wie bereits erwähnt wurde, in erster Linie zur Bewegung des Papierstreifens, hat aber zugleich die zur Erregung der Tinte nöthige gespannte Elektricität zu liefern. Derselbe ist in $\frac{1}{6}$ der natürlichen Grösse in Fig. 408 und 409 in Vorder- und Rückansicht, in Fig. 410 im Schnitt dargestellt, während Fig. 411 bis 413 noch einzelne Theile, Fig. 414 die Einschaltung desselben zeigen.

Eine nicht in Lagern, sondern zur Verminderung der Reibung auf Reibungsrollen *x*, *x* (Fig. 410) laufende Stahlaxe *n* trägt an zehn gegen einander isolirten Speichen ebenso viele, ungefähr 4 mm dicke und 20 mm breite Eisenstücke *a*, *a* (Fig. 409), die an ihren Aussenflächen,

der Rundung eines Cylindermantels entsprechend, gebogen sind. Die Speichen befinden sich, wie aus Fig. 410 ersichtlich, ungefähr in der Mitte der durch die Eisenstücke *a*, *a* gebildeten Trommel, sie reichen aber nicht bis auf die Axe *n*, sondern sind in einiger Entfernung von derselben mit rechtwinkligen Fortsätzen *z* (Fig. 410) versehen; die Eisenstücke und durch sie die Speichen werden mit der Axe durch die Ebonitscheibe *E* verbunden, an deren Mantelfläche erstere festgeschraubt sind. Parallel mit der Trommel, wie wir den um die Axe *n* umlaufenden Theil nennen wollen, ist im Hohlraume des Sockels *D* der Hufeisenelektromagnet *m* angebracht, dessen Kerne um die Breite der Eisenstücke *a* von einander entfernt sind. Für *m* ist eine besondere

Fig. 410.

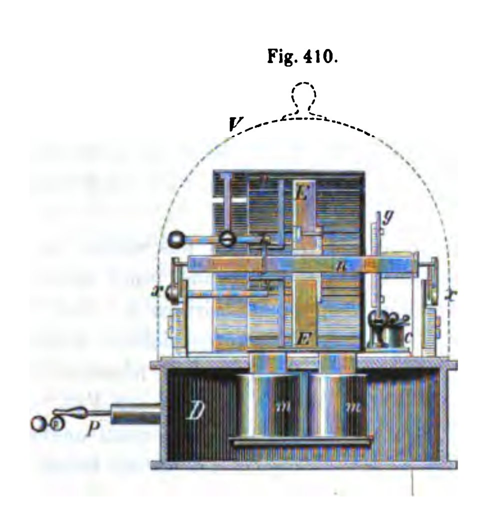


Fig. 411.

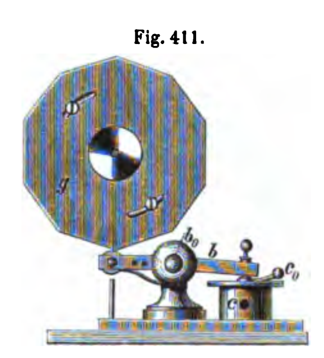


Fig. 412.

Ortsbatterie vorhanden, deren Stromkreis durch einen am Sockel der Mühle angebrachten Stromschliesser *G* (Fig. 406 und 408) geschlossen werden kann. Wird sie geschlossen, so zieht der Elektromagnet *m* das ihm zunächst gelegene Eisenstück *a* an, die Trommel beginnt sich zu drehen, würde aber stillstehen, sobald das angezogene Stück senkrecht über dem Elektromagnete steht; um nun die Bewegung fortdauernd zu machen, muss für die Unterbrechung des Stromes im geeigneten Momente gesorgt werden. Die von *m* auf *a* ausgeübte Anziehung hört dann zwar auf, die Trommel dreht sich aber in Folge ihrer Trägheit noch ein Stück weiter, und hierdurch wird der Stromschluss wieder hergestellt, das nächste Eisenstück *a* angezogen, und in dieser Weise geht das Spiel fort.

Die selbstthätige Schliessung und Unterbrechung des Stromes geschieht durch die auf der Trommelaxe *n* angebrachte zehneckige Scheibe *g* (Fig. 409 und 410), welche in Fig. 411 und 412 noch in grösserem Massstabe abgebildet ist. Gegen den Rand dieser Platte drückt das eine Ende eines doppelarmigen, um die Axe b_0 drehbaren Contacthebels *b*. Unterhalb des anderen Endes dieses Hebels befindet sich ein Platincontact *c* (Fig. 412). So lange *b* den Contact *c* berührt, ist der Stromkreis des Elektromagnetes *m* geschlossen; diese Berührung ist aber nur möglich, so lange die an dem in Fig. 411 links liegenden Ende des Hebels *b* angebrachte Reibungsrolle auf der Mitte einer der Seiten der Scheibe *g* schleift. Ist dies der Fall, so macht die Trommel eine kleine Drehung mit dem nächstliegenden Eisenstück *a* gegen den Elektromagnet *m* hin; sobald aber das betreffende Eisenstück *a* senkrecht über den Polen von *m* steht, wird die Rolle an *b* durch eine Ecke der Scheibe *g* nach unten gedrückt und hierdurch der Contact bei *c* unterbrochen. Dreht sich darauf die Walze in Folge ihrer Trägheit noch ein Stück weiter, so gleitet die Rolle über die Ecke und schleift auf der nächsten Fläche von *g*, der Strom wird wieder geschlossen u. s. w.

Die Contactvorrichtung bei *c* besteht einerseits aus einem in *b* geschraubten verstellbaren Platinstifte, andererseits aus einer runden Platinscheibe, welche durch Drehung des kleinen Griffes c_0, der in Fig. 411 und 412 in zwei verschiedenen Stellungen gezeichnet wurde, frei beweglich wird. Nach längerem Gebrauche bekommt nämlich die Platte in Folge der Funkenbildung eine Höhlung; ist dies der Fall, so lüftet man c_0 und dreht die Platte ein wenig, bis eine noch unversehrte Partie ihrer Oberfläche unter den Platinstift zu stehen kommt. Diese zweckmässige Vorrichtung ist von A. Jamieson in Glasgow (früher Elektriker der Eastern Telegraph Company) angegeben worden[28]).

Behufs Erzeugung der hochgespannten Elektrizität, welche das Ausströmen der Tinte aus dem Heber ermöglichen soll, ist die Trommel von zwei entsprechend gebogenen dünnen Metallplatten J_1 und J_2 (Fig. 408 und 409) umgeben, die dem durch die Eisenstücke *a* gebildeten Mantel sehr nahe gegenüberstehen und unbeweglich befestigt sind. Jede dieser Platten umfasst beinahe die Hälfte des Umfanges der Walze. J_1 ist an der von den übrigen Theilen des Apparates isolirten Säule *l* (Fig. 408) befestigt und durch ihre Vermittelung mit dem „Conductor“ *P* (Fig. 406 und 410) verbunden. J_2 ist unmittelbar auf der Fussplatte

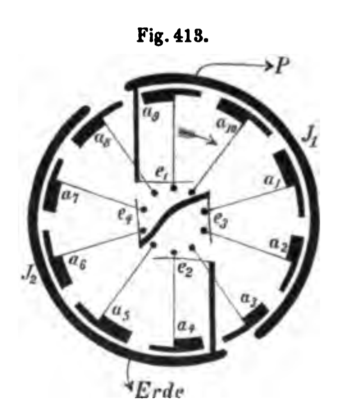
---

[28]) Eine gute Abbildung der älteren, von Thomson selbst angegebenen Contactvorrichtung ist in: Jüllig, Die Kabeltelegraphie (Bd. XXVI der Hartleben'schen Elektrotechnischen Bibliothek), Wien 1884, S. 221, zu finden.

festgeschraubt, und es führt von letzterer ein Draht nach dem die Papierführungswalzen u. s. w. tragenden Metallstücke bezw. der Klemme p (vgl. Fig. 415). An J_1 und J_2 sind ferner mittels metallener Stäbe die Schleiffedern e_1 und e_2 befestigt; dieselben sind in Fig. 408 nicht deutlich erkennbar, die schematische Fig. 413 wird aber ihre Anordnung und Wirkungsweise hinlänglich anschaulich machen. Zwei weitere Federn e_3 und e_4 werden durch ein Metallstück getragen, das an einer Ebonitsäule (u in Fig. 408, vgl. auch Fig. 407) festgeschraubt ist.

Bei der Drehung der Trommel berühren nun die seitlichen Fortsätze der Speichen (z in Fig. 410), von denen weiter oben die Rede war, die vier Federn e_1, e_2, e_3 und e_4 der Reihe nach je einen Augenblick; in Fig. 413 sind diese Fortsätze durch kleine Knöpfe angedeutet.

Fig. 413.



Soll nun durch diese Vorrichtung gespannte Elektrizität erzeugt werden, so muss nothwendig eine Spannungsdifferenz zwischen den Platten J_1 und J_2 bestehen. Nehmen wir an, es sei der Platte J_1 eine geringe positive Ladung, etwa mit Hülfe eines Elektrophors, ertheilt worden und J_2 sei mit der Erde verbunden. Bei der in Fig. 413 dargestellten Lage der Theile sind die beiden Eisenplatten a_2 und a_7 durch die Federn e_3 und e_4 leitend mit einander verbunden; es wird jetzt auf a_2 negative Elektrizität verdichtet und positive nach a_7 gedrängt. In Folge der Drehung der Trommel in der Richtung des Pfeiles in Fig. 413 gelangen nach und nach die übrigen Platten a_1, a_{10} u. s. w. in dieselbe Lage, welche jetzt a_2 inne hat. Zuvor schon hat aber a_2 die Feder e_3 verlassen, ist mit der Feder e_2 in Berührung getreten und hat seine negative Elektrizität an J_2 abgegeben; in gleicher Weise wurde auch a_7 von e_4 getrennt und mit e_1 in Contact gebracht, wodurch die auf a_7 befindliche positive Elektrizität an die Platte J_1 gelangt und die Ladung derselben verstärkt. In gleicher Weise vollzieht sich der Vorgang bei den übrigen Eisenstücken, so dass bei rascher Drehung der Trommel (100 bis 125 Umläufe in der Minute) die auf der Collectorplatte J_1 angesammelte positive Elektrizität bald einen hohen Grad von Spannung erreicht. Dicht unter dem Conductor P befindet sich (Fig. 406 und 407, 416 bis 418) eine Messingplatte O, welche durch einen senkrechten Metallstab mit dem Farbebehälter u in Verbindung steht; die Ueberleitung der Elektrizität von P auf letzteren geschieht am besten mit Hülfe eines schlechten Leiters, z. B.

eines Streifens Pappe, der, an dem Knopfe von P befestigt, auf der Platte O frei aufliegt. Die gespannte Elektrizität schlägt also folgenden Weg ein: Collectorplatte J_1, P, O, Farbebehälter u, Heber t, durch den Papierstreifen, die Brücke v und die Klemme p (Fig. 414 und 415), zu J_2 zurück; es findet demnach aus der feinen Oeffnung des Hebers t ein fortwährendes Aussprühen von feinen Tröpfchen statt.

Der Hohlraum der Glasglocke V, welche die Trommel enthält, muss stets trocken erhalten werden, um eine etwaige Ueberleitung der Elektrizität zwischen den einzelnen Metalltheilen der Trommel zu verhindern. Zu diesem Behufe ist unten im Sockel ein bleiernes, mit in Schwefelsäure getauchten Bimssteinstücken angefülltes Gefäss vorhanden. Zur besseren Isolirung sind alle Metalltheile dick mit Schellackfirniss überzogen und sind Ecken und Kanten möglichst vermieden, um einem allfälligen Abströmen der Elektrizität vorzubeugen. Die ältere Form des Recorders besass statt der von Jamieson eingeführten Glasglocke ein Glaskästchen, bei welchem ein vollständiger Abschluss von Staub und Feuchtigkeit ungleich schwieriger zu erzielen war.

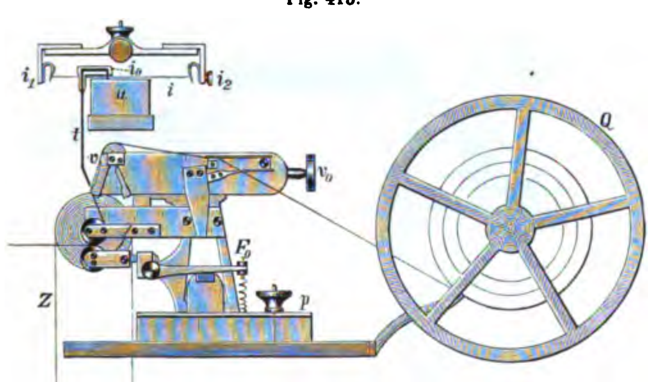
Fig. 414.

Fig. 414 stellt den Stromlauf in der Mouse-Mill dar, der nach dem soeben Gesagten ohne weitere Erläuterung verständlich sein dürfte. Es sei nur noch erwähnt, dass der kleine Hebel G, Fig. 407, 408, 414, durch dessen Drehung Widerstände aus- und eingeschaltet werden zur Regulirung der Drehungsgeschwindigkeit dient. Die den Motor betreibende Batterie OB_2 besteht aus 3 bis 4 Trogelementen.

XXIX. **Die Papierführung**, welche sich in Fig. 415 gut verfolgen lässt, bietet weiter nichts merkwürdiges. Die obere Walze des Papierzugs empfängt durch Vermittelung einer Rolle R, Fig. 406, und der Treibschnur Z ihren Antrieb von der unterhalb des Apparates gelagerten Transmissionswelle V; letztere steht ihrerseits durch die Schnur Y mit einem auf der Axe der elektromagnetischen Maschine D angebrachten Schnurröllchen f in Verbindung. Die untere Walze wird wie beim Morse'schen Schreibapparate durch einen doppelarmigen Hebel und eine Spiralfeder F_0 gegen die obere angepresst, und zufolge der Reibung wird der von der Rolle Q ablaufende Papierstreifen, nachdem derselbe über die Brücke v hinweg und vor der Mündung des Schreibhebers vorübergelaufen ist, zwischen der unteren und oberen Walze hindurch gezogen.

XXX. **Die schreibenden Theile**, sind in Fig. 416 bis 418 in $^1/_5$ der natürlichen Grösse in drei verschiedenen, Fig. 406 und 407 ergänzenden Ansichten abgebildet. Die Drehungen der Drahtrolle, wie der Rahmen S der Kürze halber fortan genannt werden möge, werden durch einen Coconfaden auf den Heber t übertragen[29]), und zwar in folgender Weise: Der an der oberen rechten Ecke von S befestigte Faden 2, Fig. 416, ist zunächst an den einarmigen Hebel d — den „Multiplikator" — geführt, das Ende des letzteren steht durch einen zweiten Faden 3 mit dem Lager des Hebers in Verbindung. Dieses Lager (i_0 in Fig. 415; vgl. Fig. 405) ist aus Aluminium gefertigt und auf einem zwischen i_1 und i_2 straff gespannten Platindraht i unwandelbar befestigt; wie leicht

Fig. 415.

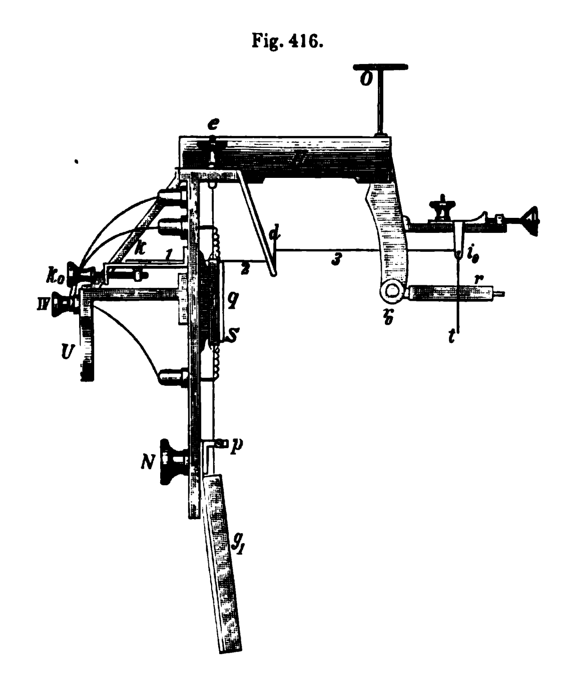


ersichtlich, kann mit Hülfe der Spannvorrichtung bei i_2 dem Draht i eine gewisse Torsion ertheilt werden, so dass er bestrebt ist, das Ende

[29]) Anstatt die Drahtrolle unmittelbar zur Bewegung des schreibenden Hebers zu verwenden, will E. von Taund-Szyll in Fraunegg bei Graz in seinem auch in Deutschland zur Patentirung angemeldeten Selen-Differentialrecorder durch die Drahtrolle blos einen Schieber vor zwei Schlitzen verschieben, damit dann durch den einen oder den andern Schlitz ein Lichtstrahl auf die eine oder die andere von zwei Selenzellen fallen könne. Jede Selenzelle liegt mit einer Batterie und einem Elektromagnete mit magnetischen Kernen in einem Schliessungskreise. Die vier Elektromagnetpole liegen paarweise zu den beiden Polenden eines stabförmigen polarisirten Ankers, welcher bei den Drehungen um seine Axe mittelbar oder unmittelbar einen Schreibhebel in Bewegung versetzt. Bei der Ruhelage der Drahtrolle gleichen sich die entgegengesetzt drehenden Wirkungen der vier Pole auf den Anker aus; wird sie aus der Ruhelage abgelenkt, so wird der Strom der belichteten Selenzelle verstärkt, die Wirkung des zu ihr gehörigen Magnetes daher geschwächt, die des anderen gewinnt dadurch die Oberhand und dreht nun den Anker. Vgl. Dingler, Journal, Bd. 257. — In anderer Weise hat H. N. Blackwood Price Thomsons Spiegelgalvanometer zur Beleuchtung verschiedener Selenzellen zu benutzen und dadurch ein Relais mit Differenzialbewickelung in Thätigkeit zu versetzen und telegraphische Zeichen hervorzubringen vorgeschlagen. Vgl. Telegraphic Journal, 9, 403.

des Hebers nach rechts (vgl. Fig. 406) zu ziehen. Um nun die Spitze des Hebers in der Ruhelage auf der Mitte des Papierstreifens zu halten, ist die Drahtrolle und damit auch der Heber noch einem Zug in entgegengesetzter Richtung unterworfen, indem vom Befestigungspunkte des Fadens 2 ein weiterer Faden 1, Fig. 416, nach rückwärts geht und durch Vermittelung einer (in der Figur nicht sichtbaren) aus dünnstem Stahle gefertigten Feder an dem Gleitbacken k befestigt ist. Mit Hülfe der Schraube k_0, durch welche k verschoben werden kann, einerseits und der Vorrichtung bei i_2 andererseits lässt sich die oben erwähnte

Fig. 416.



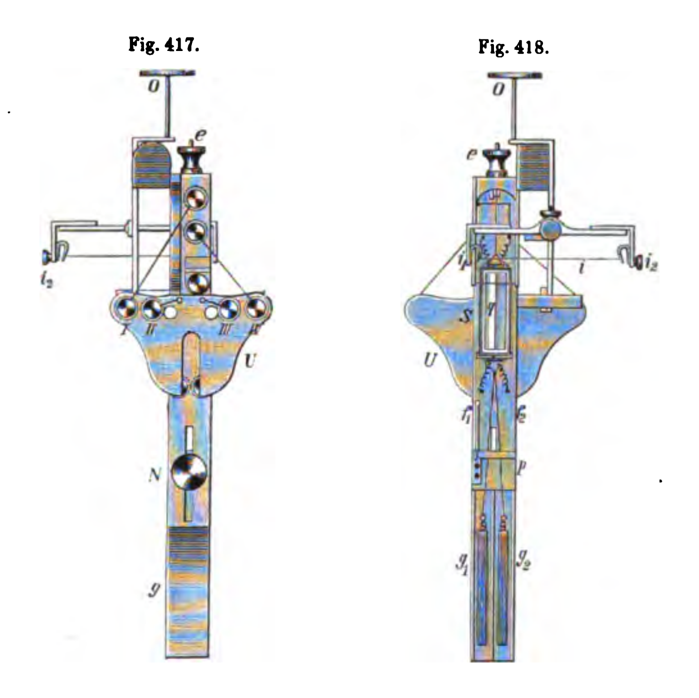
Einstellung des Hebers auf die Papiermitte bewirken, so dass sich die beiden in entgegengesetztem Sinne an der Drahtrolle ziehenden Kräfte das Gleichgewicht halten. Dreht sich die Rolle in der einen Richtung, so giebt die Feder an k nach und die Torsion des Drahtes i zieht den Heber nach rechts; erfolgt eine Drehung in der anderen Richtung, so muss der Zug der Feder die Torsion von i überwinden.

Der Heber t ist mit etwas Wachs in dem Aluminiumlager i_0 festgeklebt; sein kürzerer Schenkel taucht in den offenen Farbtrog u, welcher auf einem mit starker Reibung um r_0 drehbaren Hebel r (Fig. 406 und 416) sitzt; sein längerer Schenkel schwebt über dem Stege v,

Fig. 415, über welchen der von der Rolle Q kommende Papierstreifen gleitet. v kann mit Hülfe der Schraube v_0 der Heberspitze genähert oder von ihr entfernt werden.

XXXI. **Die elektromagnetischen Theile.** Der aus der Telegraphenleitung ankommende Strom tritt, wie dies schon in XXVII. kurz angedeutet wurde, in die Drahtwindungen, welche um den rechteckigen Rahmen S, Fig. 407, 416 und 418, gewickelt sind; nachdem er dieselben durchlaufen hat, gelangt er zur Erde. S ist, wie aus der in Fig. 418 (vgl. auch Fig. 403) gegebenen Vorderansicht ersichtlich wird, an einem

Fig. 417. Fig. 418.



feinen Seidenfaden frei schwebend aufgehängt, und zwar lässt sich die Höhe der Aufhängung mittels der Schraube e reguliren. Von den beiden unteren Ecken des Rahmens S gehen zwei Fäden f_1 und f_2 aus, welche durch zwei Gewichte g_1 und g_2 (zu ungefähr je 25 g) angespannt werden und durch Bohrungen eines Cylinders p gehen, den man nach Lösung der Druckschraube N, Fig. 416 und 417, verschieben kann. Rückt man p nach aufwärts, so wird offenbar die Schwingungsdauer des Rahmens verkürzt, und umgekehrt.

In der Ruhelage hängt S senkrecht; wenn aber ein Strom seine Windungen durchläuft, so führt S eine kleine Drehung in dem einen

oder dem anderen Sinne aus; denn, wie schon in XXVII. bemerkt, befindet sich *S* in einem kräftigen magnetischen Felde, das durch die zwei durch eine starke Ortsbatterie erregten Elektromagnete *M*, *M*, Fig. 406 und 407, sowie durch ein innerhalb der Windungen unwandelbar am Gestell befestigtes Eisenstück *q*, Fig. 416 und 418, gebildet wird.

Durchfliesst der Telegraphirstrom die Windungen in der einen Richtung, so wird beispielsweise die rechte Seite von *S* aus der Zeichnungsebene heraus-, die linke Seite hinter dieselbe zurücktreten; die Umkehrung der Stromesrichtung bewirkt eine Drehung in entgegengesetztem Sinne.

Die Elektromagnete *M*, *M* bilden ein Hufeisen; ihre Kerne sind nämlich durch einen halbcylindrischen eisernen Mantel *F*, Fig. 406, und 407, der ihnen zugleich als Lager dient, mit einander verbunden. Die Kerne lassen sich mit Hülfe der Vorrichtung bei *w*, Fig. 407, dem Drahtrahmen nähern oder sich von ihm entfernen. Ferner befindet sich bei *W* eine Art Thür, nach deren Oeffnen man im Bedarfsfalle das Stück *U*, Fig. 416 bis 418, vom Gestell abschrauben und in dieser Weise alle arbeitenden Theile schnell und sicher aus dem Apparat entfernen kann. Diese Einrichtung rührt auch von A. Jamieson her, welcher sich überhaupt um die Ausbildung der Construction des Recorders sehr verdient gemacht hat. Ein älterer Apparat, welchen Dr. Tobler 1883 in Porthcurnow arbeiten sah, besass diese Anordnung nicht und daher musste man, um zu *U* zu gelangen, die schweren Elektromagnete *M*, *M* mühsam von ihrem Lager abheben.

Der Rahmen *S* ist, um seine Benutzung zum Gegensprechen nach der Differentialmethode[30]) zu ermöglichen, mit Doppelwindungen versehen. Die vier Drahtenden sind mit den auf der Rückseite des Apparates auf einem Ebonitstück angebrachten Klemmen I bis IV, Fig. 417, verbunden; die Zuleitungen von letzteren zu *S* geschehen mittels ganz feiner, spiralförmig gewundener Drähte, welche die Bewegungen des Rahmens nur unbedeutend hemmen. Jede Wickelung hat einen Widerstand von 250 Ohm; beim Einfachsprechen werden die Klemmen I bis IV so unter sich verbunden, dass der Strom beide Windungen nach einander in demselben Sinne durchläuft.

XXXII. **Der Geber.** Als Zeichengeber kann ein gewöhnlicher Doppeltaster[31]) oder auch der Taster von Saunders[32]) benutzt werden. Die

---

[30]) Vgl. La lumière électrique, 1884, Bd. 13, S. 248.

[31]) Vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, 1884, S. 74, Fig. 2, woselbst der im Handbuch, 1, 176 in Fig. 68 abgebildete Taster, angedeutet ist. Vgl. auch Journal télégraphique, 8, 317.

[32]) Derselbe ist in der Elektrotechnischen Zeitschrift, 1884, S. 75, Fig. 3 abgebildet Jede seiner beiden Tasten schliesst beim Niederdrücken nicht blos den Strom der Telegra-



Vereinigte deutsche Telegraphengesellschaft verwendet auf ihrem 894 Seemeilen (1654 km) langen Emden-Valentia-Kabel den in Fig. 419 (Hinteransicht) und 420 (Grundriss) in $\frac{1}{5}$ natürlicher Grösse dargestellten Dickenson'schen Schlüssel. Diesem Taster ist ein Umschalter beigegeben, welcher jedesmal beim Uebergange vom Senden zum Empfangen und umgekehrt verstellt werden muss. Die Anordnung der beiden Tasterhebel t_1 und t_2 ergiebt sich sofort aus Fig. 420. Die beiden Lager sind von einander getrennt, dagegen stehen, wie dies aus der Schaltungsskizze Fig. 421 sehen lässt, die beiden Ruhecontacte mit einander in Verbindung und ebenso die Arbeitscontacte. Zwischen den Hebeln befindet sich der Umschalter, welcher aus einer horizontal gelagerten Welle mit Kurbel v besteht. Diese Welle trägt ein breites Ebonitexcenter m, Fig. 419, das bei der in Fig. 420 dargestellten Lage der Kurbel zwei gegen einander isolirte bezw. mit dem Lager des rechten Tasters und mit der Klemme 6 verbundene platinirte Federn zur Seite drückt und einer dritten auf der anderen Seite der Welle befindlichen Feder gestattet, sich an einen mit der Klemme 1 verbundenen Metallbock anzulegen. Wird die Kurbel v nach links übergelegt, d. h. um 180⁰ gedreht, so tritt die letztgenannte Feder ausser Berührung mit dem Bocke, während die beiden anderen mit ihm Contact machen; dabei befinden sich während eines von der Schnelligkeit des Umlegens abhängigen (kurzen) Zeitraumes alle drei Federn mit dem Bocke in Verbindung.

Fig. 419.

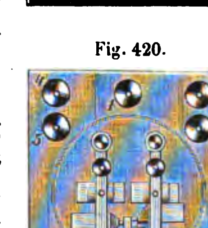


Fig. 420.

Die eben beschriebenen Theile sind, wie in Fig. 420 angedeutet ist, durch eine mit Glasdeckel versehene Messingdose geschützt, aus welcher nur der Griff der Kurbel und die beiden Tasterknöpfe hervortreten.

XXXIII. **Die Schaltung.** Fig. 421 bietet eine Skizze der Schaltung des Gebers und Empfängers.

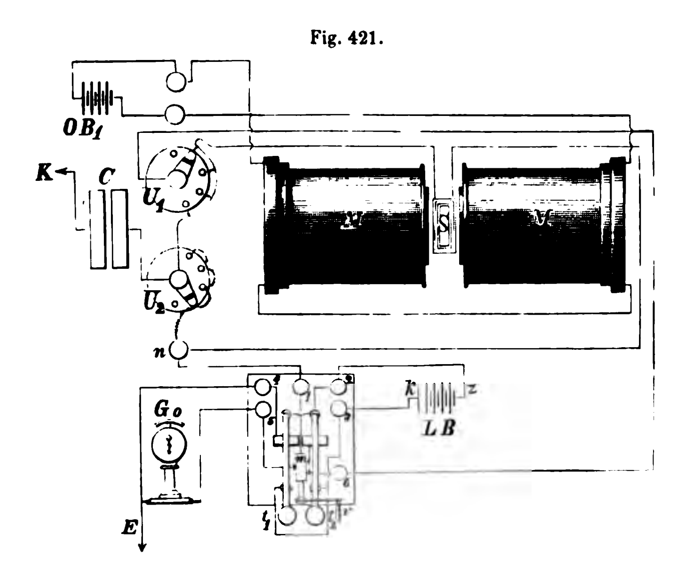
In derselben sind zunächst noch die beiden Kurbelrheostaten U_1 und U_2 hervorzuheben, welche (vgl. Fig. 406) an der linken Seite des die Mouse-Mill tragenden Gestelles angebracht sind.

---

phirbatterie, sondern zugleich auch einen Localstrom durch einen polarisirten Schreibapparat oder einen anderen die fortgegebenen Zeichen controlirenden Telegraphen. Die Ströme für letzteren werden nach Fig. 304 auf S. 371 zwei verschiedenen Batterien entnommen. Die Entsendung der Telegraphirströme von einer und derselben Batterie vermitteln an das hintere Ende des Tasters angeschraubte stählerne, ziemlich starre Contactfedern (nach Art der Skizze in Fig. 305), welche jede zwischen zwei Contacten spielen. Vgl. §. 25, III.

U_2 enthält vier Widerstände von je 500 Ohm, welche einen Nebenschluss zur Drahtrolle S des Recorders bilden. Wie bekannt, ruft die Drehung eines in sich geschlossenen Stromleiters in einem magnetischen Felde Inductionsströme in ersterem hervor, die der Drehung des Leiters entgegenwirken. Thomson hat diese Thatsache benutzt, um der Rolle S eine regulirbare Dämpfung zu geben; indem man die Kurbel auf den ersten, zweiten, dritten und vierten Contactknopf rückt, schaltet man nach und nach 500, 1 000, 1 500 und 2 000 Ohm als Nebenschluss ein; da nun die Stärke des induzirten Gegenstromes vom Widerstande des Schliessungskreises abhängt, wird bei 500 die Dämpfung am stärksten, bei 2 000 am schwächsten ausfallen.

Fig. 421.



Man hält es ferner mehr aus administrativen als aus technischen Gründen für angezeigt, den Empfänger der gebenden Station das Telegramm gleichfalls aufzeichnen zu lassen. Das Einströmen der Elektrizität in den Kabelanfang erfolgt indessen mit grosser Heftigkeit, so dass ein unmittelbares Einschalten des Empfängers zwischen Batterie und Kabel bezw. Condensator nicht möglich ist; man hat deshalb dafür zu sorgen, dass nur ein kleiner Bruchtheil des abgehenden Stromes die Windungen des Empfängers durchlaufe. Wie sofort gezeigt werden wird, theilt sich der abgehende Strom zwischen der Drahtrolle S, dem Nebenschlusse U_2 und einem zweiten Kurbelrheostaten U_1, welcher vier Rollen zu 1, 1,5, 2 und 3 Ohm enthält.

Wenn sich der Umschalter (XXXII.) in der Lage „Empfangen“ be-

findet, welche Fig. 421 darstellt, so schlägt der aus dem Kabel K bezw. dem Condensator C kommende Strom folgenden Weg ein: der eine Theil geht über U_2, der andere durch die Drahtrolle S; beide vereinigen sich bei der Klemme n und gehen über den Bock des Tasterumschalters m am linken Federcontacte durch das (für gewöhnlich mittels einer Stöpselvorrichtung kurz geschlossene) Spiegelgalvanometer G_0 zur Erde E. Da der Widerstand im Widerstande U_2 entweder kleiner oder höchstens ebensogross genommen wird, als der Widerstand der Rolle S, so fliesst der grössere Theil des Stromes oder doch dessen Hälfte durch die Rolle S zur Erde E ab.

Dreht man die Umschalterkurbel v nach links, so kommt der Tasterbock ausser Berührung mit der links liegenden Feder, und rechts legen sich die beiden Federn an denselben. Wird nun z. B. die rechte Taste t_2 gedrückt, so nimmt der Strom der jetzt mit dem Zinkpole z über die Klemmen 2 und 4 an Erde E liegenden Linienbatterie LB unverzweigt folgenden Weg: Pol k, Arbeitscontact von t_2, Lager von t_2, durch die obere Feder in den Bock des Umschalters, nach Klemme 1 und n, von hier aus theilt er sich nach der Rolle S und dem Nebenschlusse U_2, worauf er wieder als Ganzes in die innere Belegung des Condensators C tritt. Von der unteren Feder des Umschalters gelangt aber ein Zweigstrom von der Klemme 6 aus über U_1 unmittelbar nach C; da nun der Gesammtwiderstand des letzteren Stromkreises nach dem oben Gesagten viel kleiner ist als der vereinigte von S und U_2, so empfängt der Nebenschluss U_1 den grössten Bruchtheil des abgehenden Stromes.

Beim Telegraphiren mit den Apparaten in dieser Schaltung sind die Vorgänge im Wesentlichen folgende:

Wird auf der einen Station **A** die beim Niederdrücken den + Pol der Batterie mit dem Condensator C verbindende Taste t_2 gedrückt, so verdichtet sich auf der inneren Belegung des Condensators C der gebenden Station positive Elektrizität, auf der äusseren, mit dem Kabel verbundenen Belegung negative, es fliesst positive Elektrizität durch das Kabel nach der Station **B** in die äussere Belegung des dortigen Condensators, wobei auf der inneren, durch den Empfänger mit der Erde verbundenen Belegung desselben negative Elektrizität verdichtet wird. Diese letztere Strömung bewirkt, dass die Rolle S des Empfängers in **B** abgelenkt wird; diejenige des miteingeschalteten Empfängers in **A** wurde schon etwas früher beeinflusst. Dauert nun der Contact zwischen Batterie und Kondensator bezw. Kabel nur ganz kurze Zeit, so beschleunigen die beim Loslassen der Taste in **A** und **B** aus dem Condensator zur Erde fliessenden Strömungen nur die Rückkehr der

Rollen S der Empfänger in die Ruhelage, ohne dass letztere nach der anderen Seite der Mittellinie hin überschritten wird.

Drückt man die andere Taste t_1 des Doppelschlüssels, so sind die elektrischen Vorgänge dieselben, nur haben sämmtliche Ströme jetzt entgegengesetzte Vorzeichen.

Es wurde in XXXII. schon bemerkt, dass beim Umlegen der Kurbel v alle drei Federn für einen Moment mit dem Bocke verbunden seien; eine noch in C befindliche Ladung kann deshalb, beim Uebergange vom Senden zum Empfangen, zum weitaus grössten Theile über U_1, den Bock und die linke Feder zur Erde E abfliessen.

Das Spiegelgalvanometer G_0 dient lediglich als Ersatzempfänger für den Fall einer Beschädigung des Recorders; seine Construction wird in §. 25, III. näher beschrieben werden. Der Condensator C enthält eine Capazität von 60 bis 130 Mikrofarad. Es sind nämlich in Wirklichkeit 6 bis 13 Condensatoren vorhanden, von welchen jeder eine Capazität von 10 Mikrofarad besitzt. Jeder dieser 13 Condensatoren enthält ferner 5 Abtheilungen zu 2 Mikrofarad, welche mit 5 auf dem Hartgummideckel des Kastens angebrachten Klemmen verbunden sind. Die zweiten Belegungen der 5 Abtheilungen führen zu einer gemeinschaftlichen Klemme. Um also die ganze Capazität eines Kastens (von 50 cm Höhe, 60 cm Länge und 10 cm Breite) einzuschalten, hat man die 5 Klemmen unter sich und die sechste gemeinschaftliche mit der Erde zu verbinden.

Die Linienbatterie LB besteht aus Minotto- oder Siemens-Halske-Elementen, welche sich bekanntlich durch ihre sehr constante elektromotorische Kraft auszeichnen. Von den beiden Ortsbatterien OB_1 und OB_2 dient die letztere, wie in XXVIII. unter Bezugnahme auf Fig. 414 schon auseinander gesetzt worden ist, zum Betrieb des Motors. Die Batterie OB_1 dagegen, deren Pole an die Klemmen K und Z oberhalb U_1 in Fig. 406 geführt sind, besorgt die Erregung der Elektromagnete M, M; ihr Stromkreis kann durch Drehung des kleinen Hebels g (Fig. 406) geöffnet und geschlossen werden; in der Regel genügen sechs bis acht der von Thomson eigens für diesen Zweck konstruirten Trogelemente. Jedes Element befindet sich in einem flachen, quadratischen Holztroge von ungefähr 50 cm Seitenlänge und 4 cm Tiefe. Die Elektromotoren sind Kupfer und Zink in Lösungen von Kupfervitriol bezw. Zinkvitriol, die durch ihr verschiedenes spezifisches Gewicht von einander getrennt gehalten sind. Die gitterförmige Zinkelektrode ist mit Pergamentpapier umhüllt und durch vier kleine Würfel aus Stein, auf denen sie ruht, von der auf dem Boden des Holztroges liegenden Kupferplatte isolirt. Der Widerstand eines solchen Elementes soll 0,1 Ohm nicht übersteigen; nähere Angaben über die Behandlung der Trogbatte-

rien, sowie über das zur Messung ihrer Konstanten benutzte Galvanometer findet man u. A. in der Ternant'schen Schrift. Beim älteren Modelle des Recorders konnten die Elektromagnetspulen *M*, *M* mit Hülfe eines besonderen Umschalters nach Belieben hintereinander oder parallel geschaltet werden; die neuere Form besitzt diese Einrichtung nicht mehr, beide Spulen sind vielmehr bleibend hinter einander geschaltet, und der Widerstand jeder Spule beträgt 8 Ohm.

Fig. 422.



XXXIV. **Heberschreiber mit Stahlmagneten.** In neuester Zeit hat Thomson, gemäss seiner ursprünglichen Idee[33]), die Elektromagnete *M*, *M* durch Stahlmagnete zu ersetzen gesucht und ausserdem bei den für ganz kurze Kabel bestimmten Apparaten die Mouse-Mill weggelassen; in diesem Falle muss natürlich die Spitze des Hebers den Papierstreifen berühren, um ein regelmässiges Ausfliessen zu ermöglichen. Fig. 422 stellt einen solchen vereinfachten Apparat dar[34]). Der Heber *t*

[33]) Englisches Patent vom 23. Juli 1867, No. 2147. — Vgl. Fig. 404.

[34]) Diese Figur ist nach einer Photographie eines von James White in Glasgow

ist unmittelbar an der Drahtrolle befestigt, welche durch Drehung der Schraube bei *e* gehoben und gesenkt werden kann. *u* ist der Farbekasten; *n*, *s* sind die mit eisernen Schuhen versehenen Pole des grossen, aus vielen dünnen Stäben zusammengesetzten Hufeisenstahlmagnetes. Den von einer Rolle kommenden Papierstreifen bewegt ein in dem Kasten *D* befindliches Laufwerk mit Gewicht *P* fort.

Dem Vernehmen nach steht dieser Apparat auf dem der Eastern Telegraph Company gehörigen Marseille-Bona-Kabel (Länge 844 Seemeilen) im Betrieb; ebenso bedient sich die französische Regierung desselben und zwar zunächst auf den zwei Marseille mit Algier verbindenden Kabeln; eine allgemeine Verwendung ist für die im Bau begriffenen langen unterirdischen Linien in Aussicht genommen.

Immerhin hat es den Anschein, als ob bei den für lange Kabel bestimmten Apparaten die Anwendung der Stahlmagnete nicht ganz befriedigt habe; der Recorder mit Elektromagnet bietet eben den grossen Vortheil, dass man auf Erfordern die Kraft des magnetischen Feldes verstärken kann. Im Journal der Society of Telegraph Engineers (Bd. **14**, S. 343) erwähnt S. F. Pescad, dass der Heberschreiber mit Stahlmagneten auf Linien von 1300 bis 1600 km sehr gut arbeite, dann aber die Reibung zwischen Heber und Papier zu gross werde, und dass auf dem nahezu 2600 km langen San Juan del Sur und Santa Elena in Ecuador verbindenden Kabel der Central and South American Telegraph Company mit gutem Erfolge die Reibung dadurch bis auf einen sehr kleinen Betrag herab vermindert worden sei, dass man in einer a. a. O. näher beschriebenen Weise mittels eines kleinen Selbstunterbrechers den ganzen Heber in eine sehr rasche schwingende Bewegung auf und nieder versetzte, die ihn höchstens in einer Entfernung von 1,5 bis 3 mm vom Papier brachte.

9. *Die amerikanischen Schreibapparate.*

XXXV. **Der Sender.** Für die in Amerika gebräuchliche Schaltung auf amerikanischen Ruhestrom erhält der Taster nicht die naheliegende, in Fig. 298, auf S. 368 skizzirte Anordnung, bei welcher der Tasterhebel in seiner Ruhelage die Leitung geschlossen hält, sondern die bei uns für Arbeitsstrom übliche (vgl. Fig. 390, S. 369). Es wird deshalb nöthig, dass dem Taster noch ein Umschalterhebel beigefügt werde, mittels

---

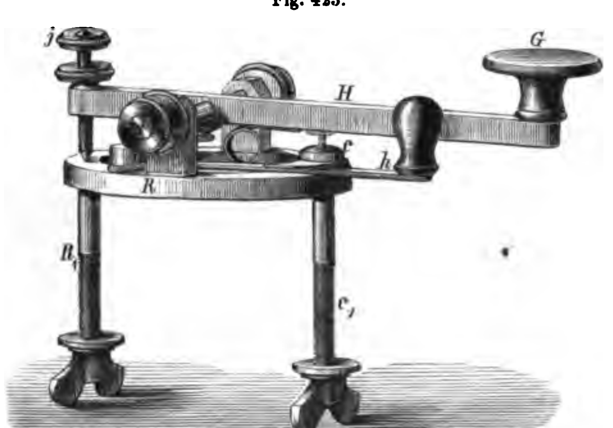
gebauten Heberschreibers angefertigt. Das grössere Modell, für Kabel von mittlerer Länge bestimmt, ist mit einer oberhalb auf einem Gestell angebrachten Mouse-Mill versehen. — Auch auf der Wiener Ausstellung war ein von White gebauter Heberschreibapparat von der Eastern Telegraph Company ausgestellt, dessen magnetisches Feld von einem mit seinem Buge befestigten, die Pole nach oben kehrenden Hufeisenmagnete gebildet war.



dessen während der Ruhelage des Tasterhebels die Leitung innerhalb des Tasters geschlossen wird, wogegen diese Schliessung durch Beiseiteschieben des Umschalterhebels beseitigt wird, bevor man mit dem Taster zu telegraphiren anfängt. Gegen unbeabsichtigte Unterbrechungen innerhalb des Tasters schützt ein federnder Theil, welcher den Umschalterhebel in seiner schliessenden Stellung festhält.

Bei dem in Fig. 423 abgebildeten in Amerika sehr verbreiteten Taster liegt der metallene Hebel H mit seiner Axe in zwei Lagern, welche von der ringförmigen Metallplatte R emporstehen und eine von unten auf ihn wirkende, gewundene Feder legt ihn mit der Stellschraube j auf die Platte R auf. In diese Platte ist ferner isolirt ein Contactambos c eingesetzt, auf welchen sich der Hebel H beim Nie-

Fig. 423.



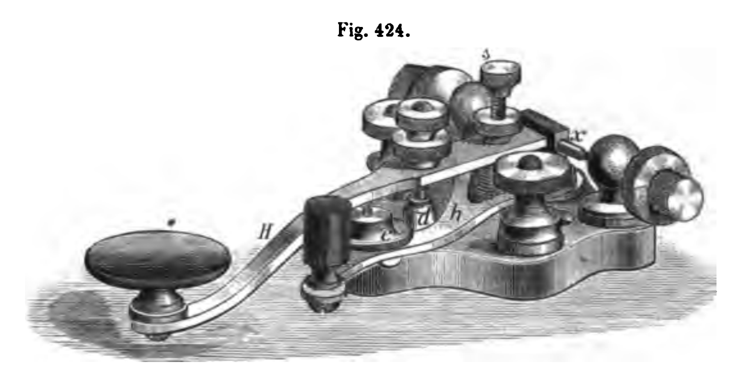
derdrücken mit einem in ihn eingesetzten Contactstifte auflegt; beide Contactstellen sind aus Platin hergestellt. Die an R und C angebrachten Schrauben R_1 und c_1 dienen zur Befestigung der Platte R auf dem Apparattische und zugleich zum Anlegen der Zuführungsdrähte. Der als Stromkreisschliesser (circuit closer) zu benutzende Hebel h ist auf den Ring R beweglich aufgeschraubt und steht während des Gebens fern von c; ist das Geben beendet, so wird h gegen c hin bewegt und schmiegt sich dabei unter die an c angebrachte lippenförmige Spange. Der Knopf G besteht aus irgend einem nicht leitenden Stoffe.

Einen ganz ähnlichen Taster zeigt Fig. 466 in §. 24 bei demselben wird jedoch der Hebel H durch eine konische Spiralfeder nach oben gedrückt, deren Spannung mittels der mit Gegenmutter versehenen Schraube s regulirt werden kann.

Ein dem letztern übrigens gleicher Taster besitzt anstatt des gegossenen Messinghebels *H* einen aus Stahlblech ausgestanzten, dessen Leichtigkeit und Elasticität ihn besonders für ein rasches Telegraphiren zweckmässig erscheinen lässt.

Einen von Lewis entworfenen Taster mit einarmigem Hebel *H* zeigt Fig. 424. Der ebenfalls leichte und elastische, dabei doch feste Hebel *H* ist auch aus Stahl hergestellt; er ist um die an seinem Ende liegende Axe *x* beweglich und wird durch eine unter ihm befindliche konische Spiralfeder nach oben gedrückt, so dass er sich an die auf dem frei durch *H* hindurchgehenden Stifte *d* sitzende, mit Gegenmutter versehene Mutter anlegt; diese stellbare Mutter begrenzt das Spiel des Tasterhebels nach oben. Die Spannung der Spiralfeder wird mittels der Schraube *s* regulirt. Der Ambos *c*, auf welchen der Hebel *H* beim Arbeiten niedergedrückt wird, ist mit einem glockenförmigen vor-

Fig. 424.

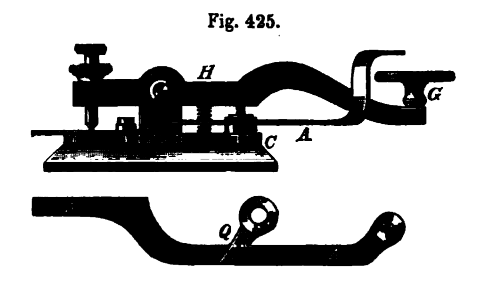


springenden Rande versehen und mittels einer Ebonithülse gegen die metallene Grundplatte des Tasters isolirt. Der am hinteren Ende des Tasters auf der Grundplatte drehbar befestigte Schliesshebel *h* stellt in der gezeichneten Ruhelage den Schluss der Leitung innerhalb des Tasters her; er ist dabei mit seiner etwas keilförmig gestalteten Kante unter den vorspringenden Rand des Amboses *c* hinuntergeschoben.

Weil das Aufschlagen des Tasterhels auf einen auf dem Tische festliegenden Contact bei mehrstündigem, ununterbrochenem Arbeiten sehr ermüdet und als Hauptursache zu der häufig auftretenden Lähmung der Telegraphisten angesehen wird, hat E. G. Stevens in Cleveland einen von den Standard Electrical Works in Cincinnati 1884 in Philadelphia ausgestellten Taster entworfen, bei welchem die Contactstelle am äussersten hinteren Ende des Tasterhebels liegt und mit einem biegsamen gekrümmten Arme Contact macht, wenn der Tasterhebel beim Geben eines Signales mit dem Knopfe niedergedrückt wird.

Eine Unbequemlichkeit in der Benutzung liegt bei diesen Gebern darin, dass der Schliessungshebel *h* bei Beginn und am Ende des Telegraphirens von dem Contacte *c* hinweg, bez. an ihn heran bewegt werden muss. Wird aber Letzteres vergessen, so ist die Leitung im Taster unterbrochen und dadurch der Betrieb gestört. Man hat daher versucht, die Bewegung des Hebels *h* selbstthätig zu machen. So hat sich z. B. Samuel J. Spurgeon in Liberty, Miss., den in Fig. 425 abgebildeten Ruhestromtaster mit selbstthätigem federnden Hilfshebel *A* patentiren lassen, der mit dem einen Ende auf der Grundplatte *C* festgeschraubt und entsprechend seitwärts gebogen ist und mit seinem anderen Ende ein Stück über den Knopf *G* des Tasterhebels *H* hinwegragt, in der Ruhelage aber etwa 1 cm von diesem Knopf entfernt ist. Während des Telegraphirens wird der Hilfshebel *A* mit dem Zeigefinger auf den Knopf *G* niedergedrückt und so ausser Berührung mit einem vom Arbeitscontact ausgehenden Vorsprunge *Q* gebracht, gegen welchen

Fig. 425.

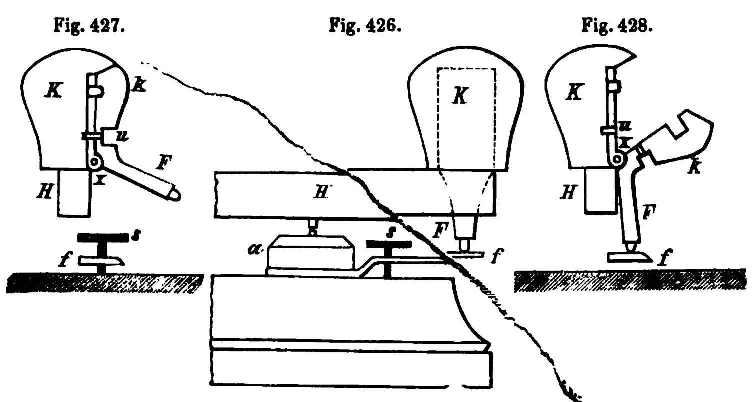


er sich, Contact machend, von selbst wieder andrückt, sobald bei Aufhören des Telegraphirens die Hand vom Griff *G* wieder weggezogen wird. Die Spiralfeder drückt *H* nach oben.

Im Anschlusse hieran sei ein unterm 31. März 1873 in Preussen für Dr. F. Dehms patentirter Taster für amerikanischen Ruhestrom erwähnt. Der aus isolirendem Material bestehende Knopf desselben ist in der Ebene der rechts liegenden Fläche des messingenen Tasterhebels *H*, Fig. 426 bis 428, gespalten, seine beiden Theile aber durch ein gutes Scharnier *x* verbunden. Der linke grössere Theil *K* ist von unten an *H* festgeschraubt und der von rechts in denselben eingelassene lothrecht stehende Scharnierlappen ist mit dem Hebel *H*, den er übrigens auch unmittelbar berührt, gut leitend verbunden. Der zweite Scharnierlappen ist in den kleineren rechtsseitigen Theil des Knopfes, die Klappe *k*, eingelassen. Wenn der Taster sich selbst überlassen ist, wird die Klappe sich durch ihr eigenes Gewicht um die Axe *x* drehen und niederfallen, bis der mit dem zweiten Scharnierlappen aus einem Stück

hergestellte, unter 120° gegen ihn stehende Fuss *F*, sich rechts an den Hebel *H* anlegt, wobei der Fuss gerade senkrecht steht. Der Fuss *F* streift beim Fallen mit seinem abgerundeten stählernen Ende die an dem Arbeitscontacte *a* befestigte oder doch mit diesem leitend verbundene Stahlfeder *f*, welche durch eine Schraube *s* höher und tiefer gestellt werden kann. Die Feder *f* lässt sich mittels *s* bei Abnutzung oder anderer Einstellung des Ruhecontactes nachstellen und wird unabhängig hiervon noch so reguliert, dass die lebendige Kraft, welche die Klappe durch den Fall erlangt hat, zum Niederdrücken der Feder verbraucht wird, so dass der Fuss *F* entweder den Hebel *H* gar nicht erreicht oder fast ganz ohne Kraft gegen denselben schlägt. Der Druck der beiden feinpolirten Reibungsflächen an dem Fusse *F* und der Feder *f* sichert schon guten Contact. Das Telegraphiren kann nun nicht begonnen werden, bevor nicht der Beamte die Klappe *k* aufgehoben hat, denn

Fig. 427. Fig. 426. Fig. 428.



einerseits findet die Hand keinen vollständigen Knopf zum Anfassen vor, andererseits kann der vorhandene Theil wegen des Widerstandes der Feder *f* nicht oder doch nur sehr schwer niedergedrückt werden. Der Schwerpunkt der Klappe *k* liegt, damit die Wirkung ihres Gewichtes am günstigsten sei, ungefähr so, dass er sich am Ende des Falles in der durch die Scharnieraxe *x* gelegten Horizontalebene befindet. Um das Scharnier zu entlasten, tritt bei aufgehobener Klappe *k* ein Stellstift zwischen beiden Scharnierlappen in Wirksamkeit. Derselbe ist halbkugelig, damit er den Fall der Klappe nicht durch Reibung verhindert. Eine besondere dem Schlüssel beigegebene, bei *u* einzusetzende Schraube dient dazu, beide Theile des Knopfes fest mit einander zu verbinden, wenn die Klappvorrichtung dauernd ausser Thätigkeit gesetzt werden soll.

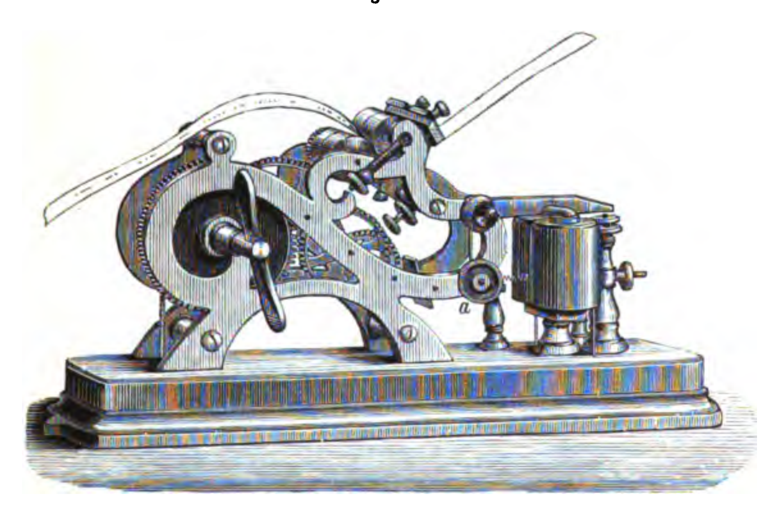
XXXVI. **Als Empfänger** sind in Amerika — ausser Klopfern; vergl. §. 24 — fast nur Stiftschreiber und auch diese nur verhältniss-

mässig wenig und in kleineren Aemtern in Gebrauch; das Triebwerk derselben wird theils durch Federkraft, theils durch ein Gewicht in Gang gesetzt. Mitunter werden die Stiftschreiber so gebaut, dass sie nach Bedarf auch als Klopfer benutzt werden können, was durch die Anordnung der den Ankerhub begrenzenden Stellschrauben in einem zwei Säulen brückenartig verbindenden Joche sehr erleichtert wird.

Bei dem in Fig. 429 dargestellten Stiftschreiber geht der Papierstreifen zunächst durch ein Paar stellbare Führungen, dann zwischen den beiden Papierzugwalzen hindurch, von denen die links und etwas tiefer liegende von dem Triebwerke aus in Umdrehung versetzt wird und durch Reibung die gegen sie durch stellbare Spiralfedern ange-



Fig. 429.



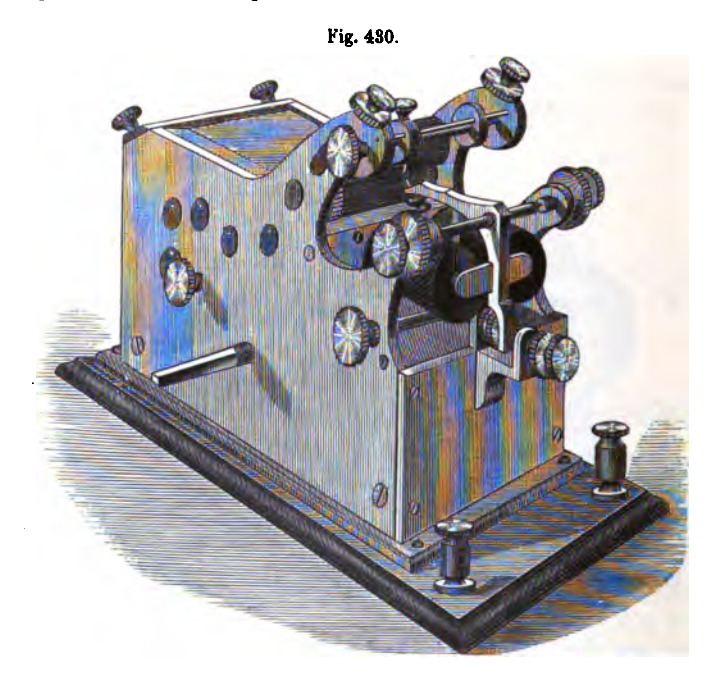
drückte, mit einer ringsum laufenden Nuth versehene obere Rolle mitnimmt. Mittels des Knopfes *a* kann eine Bremsfeder auf die Bremsscheibe der Windflügelaxe gelegt bez. von ihr entfernt und so das Triebwerk gebremst oder in Gang gebracht werden. Die stellbare Abreissfeder wirkt auf den nach unten gerichteten Ansatz des Ankerund Schreibhebels und zieht denselben gegen eine Anschlagsschraube. Bei geeigneter Abwechselung in der Stellung der im oberen Theile der Fig. 429 sichtbaren beiden Schieber der Papierführung kann der Streifen zweimal benutzt werden.

Der von Partrick & Carter in Philadelphia 1884 daselbst ausgestellte Stiftschreiber mit liegendem Elektromagnet, Fig. 430, ähnelt in seiner ganzen Anordnung sehr dem mit Relais arbeitenden Normal-

schreiber der Western Union Telegraph Company[35]). Sein Federtriebwerk ist in einem geschlossenen Kasten untergebracht.

Von den Apparaten, welche die Western Electric Company 1884 in Philadelphia ausgestelt hatte und in ihren Werkstätten in Chicago, New York und Boston anfertigt, hat der in Fig. 431 abgebildete Schreibapparat einige neue Einrichtungen aufzuweisen, die seine Zweckmässigkeit und Bequemlichkeit in der Verwendung wesentlich erhöhen. Das Laufwerk ist so auf einem runden Grundbret angebracht, dass das Triebwerk und die Papierscheibe durch eine bewegliche Glasglocke vollständig vor dem Staube geschützt werden können, während das Ganze

Fig. 430.



zu gleicher Zeit eine schmucke ornamentale und ansprechende Erscheinung darbietet. Der Papierstreifen mit dem aufgenommenen Telegramme kommt durch eine Oeffnung in dem Grundbret unter der Glasdecke heraus. Dieser Apparat erzeugt entweder als Stiftschreiber erhabene Schrift, oder er schreibt mit Farbe. Er ist mit einer Selbstauslösung versehen. Dies macht den Apparat besonders für die Feuerwehrtelegraphie, für Polizei- oder Botendienst sowohl, als auch für Privat-Telegraphenleitungen, die mit Morse arbeiten, geeignet.

[35]) Vgl. G. B. Prescott, Electricity and the Electric Telegraph; New York 1877; S. 433.

10. *Der Farbschreiber in England.*

XXXVII. Auch in der englischen Verwaltung ist der Morse-Farbschreiber in ausgedehnterem Gebrauch als andere Telegraphen. Er wird theils in die Leitung unmittelbar eingeschaltet, theils mit Relais betrieben; ersteres geschieht nur in Leitungen unter 160 km Länge.

Gewöhnlich ist der Farbschreiber mit Taster, Galvanoskop und Blitzableiter auf einem gemeinsamen Untersatze angeordnet. Der Papierstreifen läuft aus einem Schubkasten des Untersatzes nach oben; die Papierrolle liegt im Schubkasten auf einer runden Messingscheibe, und

Fig. 431.



der Streifen wird von ihr zunächst über ein Röllchen geführt, dessen lothrechte Axe an einer an die (rechte) Seitenwand des Schubkastens angeschraubte Messingfeder angebracht ist, dann über ein zweites Röllchen, dessen wagrechte Axe in die Vorderwand des Schubkastens, etwas links von deren Mitte, eingesetzt ist. Der Elektromagnet steht mitten vor dem Laufwerkskasten, wie bei dem in Fig. 253 auf S. 469 des 1. Bandes abgebildeten Siemens'schen Farbschreiber[36]); auch ist der Schreibhebel seitwärts auf der Axe des Ankerhebels angebracht, die

[36]) Die Anwendung desselben in Württemberg wurde schon auf S. 433, Anm. 16 erwähnt.

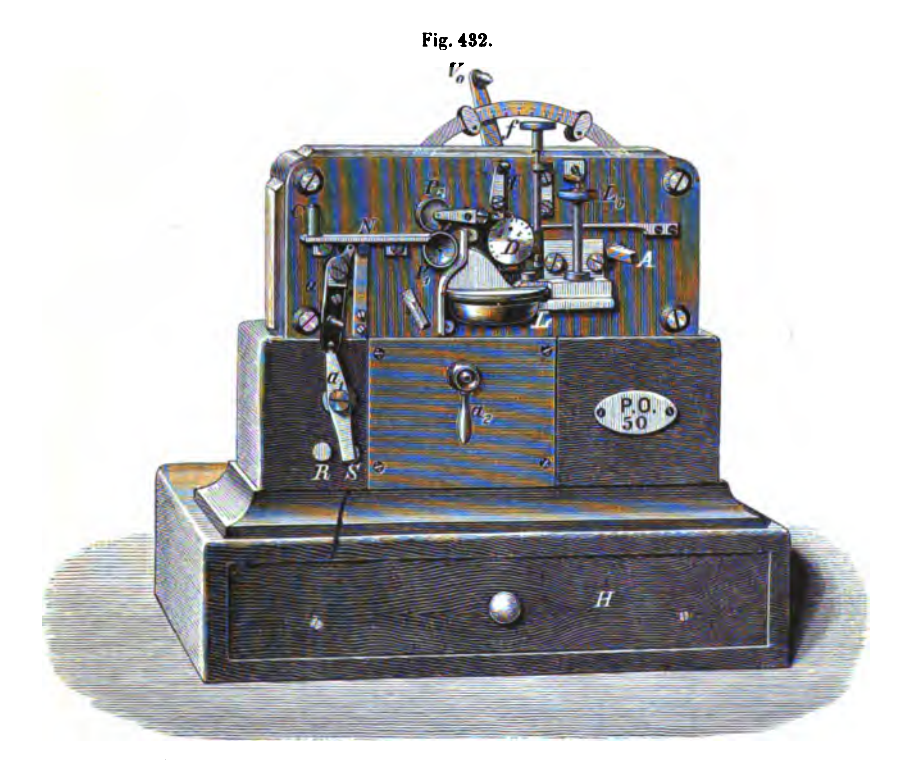
Abreissfeder dagegen läuft von einem an den Laufwerkskasten aufgeschraubten mehr oder weniger nach oben gebogenen Arme nach dem Ankerhebel herab; das zweitheilige Farbgefäss ferner und der Papierzug haben genau dieselbe Anordnung wie bei dem eben erwähnten Farbschreiber, und ebenso ist der Elektromagnet verstellbar gegen den Anker gemacht, indem er auf einer unter der Grundplatte liegenden breiteren Platte mittels zweier Schrauben befestigt ist, welche durch die Platte hindurch von unten in die beiden Elektromagnetkerne eingeschraubt sind; diese Platte ist um eine an dem entgegengesetzten Ende der Grundplatte angebrachte Axe drehbar und kann mittels einer Schraube, welche vor dem die beiden Anschlagschrauben für den Ankerhebel tragenden Ständer liegt, höher oder tiefer gestellt werden. Die Lagerplatten der Ankerhebelaxe sind an die vordere und hintere Wange des Laufwerkskastens angeschraubt; auf der Aussenseite der beiden Lagerplatten sind, den Axenenden gegenüber, Stahlplättchen aufgeschraubt, welche ein Verschieben der Axe im Lager verhindern. Die aus den Rollen des Elektromagnetes unten heraustretenden Enden der Bewickelung sind durch ein an dieser Stelle die Rollen mantelförmig umgebendes Ebonitstück gegen Beschädigung geschützt. Das Laufwerk läuft mit einer Geschwindigkeit, bei welcher der Papierzug 1,8 m Streifen in der Minute ausgiebt. Vgl. Telegraphic Journal, **8**, 82; Preece and Sivewright, Telegraphy, S. 69.

11. *Wheatstone's polarisirter Schnellschreiber.*

XXXVIII. In Verbindung mit seinem selbstthätigen Sender für Morseschrift (vgl. Handbuch, **1**, 525) hat Prof. Ch. Wheatstone als Empfänger einen polarisirten Farbschreiber angegeben, von welchem Fig. 432 eine perspectivische Abbildung in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Grösse vorführt (vgl. auch Annales télégraphiques, **1876**, 461; Telegraphic Journal, **9**, 28; Society of Telegraph Engineers, **5**, 489). Das Laufwerk befindet sich über dem die Papierrolle enthaltenden Untersatze in einem Holzkasten, welcher zugleich die unterhalb des Laufwerkes liegenden elektromagnetischen Theile umschliesst. Um zu den letzteren zu gelangen, hebt man bei dem in Fig. 432 abgebildeten Apparate den ganzen Kasten von dem Untersatze ab und löst die quadratische Messingplatte U, Fig. 433. Bei anderen Apparaten ist (nach Annales télégraphiques, **1876**, S. 466) der Zugang zu den elektromagnetischen Theilen noch bequemer gemacht, indem man, nach Herabklappen eines Stückes der zwischen dem Kasten und dem Untersatze liegenden Kehle, die über diesem Stücke liegende Messingplatte U abschrauben kann; das Herabklappen dieses Stückes um seine zwei Scharniere wird möglich, wenn man nach dem Heraus-

ziehen des die Papierrolle enthaltenden Kastens H einen messingenen Riegel unter dem Laufwerkskasten zurückschiebt. An der Vorderwand des Laufwerkskastens befindet sich der Farbtrog L mit der zugehörigen Stellvorrichtung L_0, ferner der Papierzug P_1, P_2, die Schraube f nebst Zubehör zur Regulirung der Spannung einer am polarisirten Anker angebrachten Spiralfeder, der Bremshebel a, welcher mit der auf sein unteres Ende aufgeschraubten Ebonitplatte zugleich einen Umschalthebel a_1 bewegt und bei dessen Stellung auf die Contactplatte R den Elektromagnet

Fig. 432.

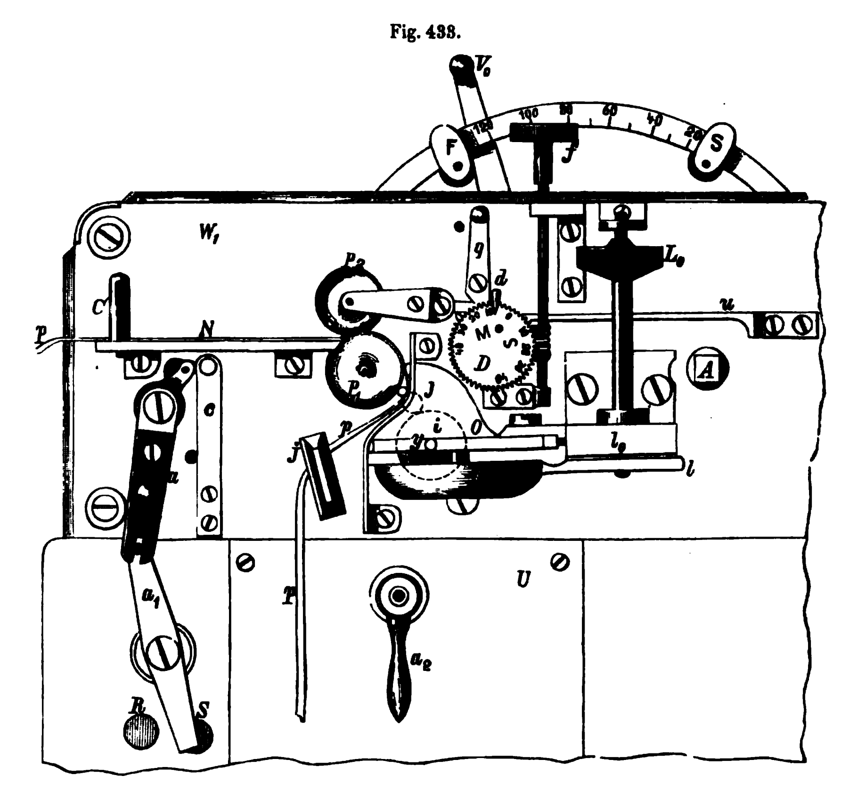


des Farbschreibers, bei dessen Ruhestellung auf der Contactplatte S hingegen eine elektrische Klingel in die Leitung einschaltet, endlich der Hebel a_2, mittels dessen man mit der Hand den polarisirten Anker bewegen und sich von dessen guter Einstellung und der guten Uebertragung seiner Bewegung auf das Schreibrädchen überzeugen kann. An der Rückseite des Laufwerkskastens liegt der zweiarmige Hebel V_0, mittels dessen die Laufgeschwindigkeit regulirt wird; derselbe trägt eine kleine Marke, welche durch ihre Stellung zwischen den beiden mit „Fast“ und „Slow“ (F und S in Fig. 433 und 434) bezeichneten an dem

Stellbügel verstellbaren Sätteln leichter die Einstellung des Hebels V_0 erkennen lässt; eine zu weite Verstellung des Hebels V_0 nach links und nach rechts verhüten zwei aus der Rückwand W_2 vorstehende Stifte.

XXXIX. **Das Laufwerk** ist in Fig. 434 in halber natürlicher Grösse im Grundrisse abgebildet. Da das Laufwerk des Empfängers nicht unbedingt eine so überaus grosse Gleichmässigkeit der Bewegung braucht, wie das Laufwerk des selbstthätigen Senders, so konnte in ihm die

Fig. 433.

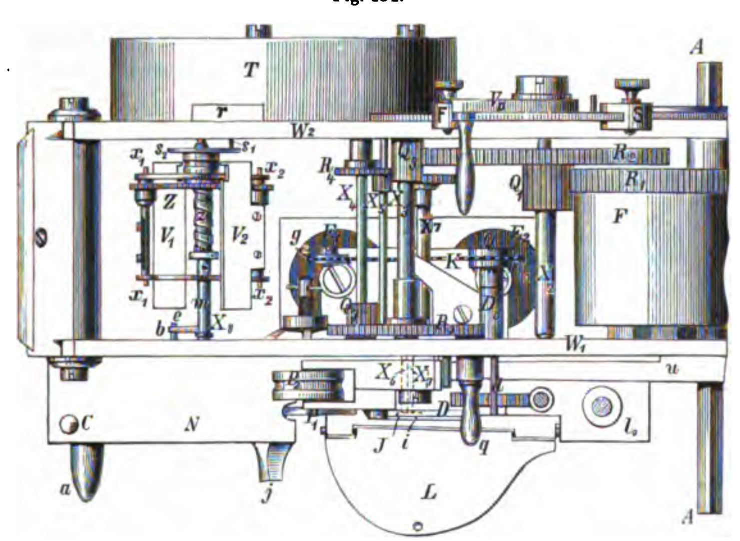


Triebkraft einer Feder[37]) benutzt werden. Die Triebfeder liegt in dem

[37]) Die Laufgeschwindigkeit des Streifens bei voll aufgezogener und bei nahezu abgelaufener Feder beträgt 7,6 bezw. 5,8 m in der Minute; sie ist auf 120 Wörter in der Minute bemessen. Ein Gewichtstriebwerk, das auf das Niederschreiben von voll 200 Wörtern — anstatt 20 bis 120 — in der Minute berechnet ist, das überdies nur durch eine Bajonetkuppelung mit dem Farbschreiber verbunden ist und deshalb ein leichtes Abtrennen des Farbschreibers von dem Gewichstriebe gestattet, jedoch erst nach bewirkter Feststellung des Triebgewichtes bezw. des treibenden Theiles des Laufwerkes, beschreibt J. Willmot im Journal der Society of Telegraph Engineers, 9, 245. Mit einem solchen Schnellschreiber wurde zwischen London und Liverpool mit einer Geschwindigkeit von 250 Wörtern in der Minute gearbeitet. — In dem eben genannten Journale (5, 489) bezeichnet V. Hoskioer 12

Federhause F und wird mittels eines auf den vierkantigen Stift A aufgesteckten Schlüssels aufgezogen. Das Sperrrad und der Sperrkegel liegen ausserhalb, hinter der Wange W_2 des Laufwerkskastens. Das Bodenrad R_1 überträgt die Bewegung zunächst auf das Getriebe Q_1 und die Axe X_2, von der sie durch entsprechende Räderpaare weiter auf die Axen X_3, X_4 und X_5 übertragen wird. Von der Axe X_5 wird die Bewegung zugleich auf die Axe X_6 des Schreibrädchens J und auf die Axe X_7 der Farbscheibe i fortgepflanzt, auf letztere Axe mittels des auf X_5 sitzenden Getriebes, auf erstere durch das auf X_5 aufgesteckte, auch mit R_4 im Eingriff stehende Rad selbst; somit laufen J und i in gleichem Sinne um — in ihrem oberen Theile von rechts nach links —

Fig. 434.



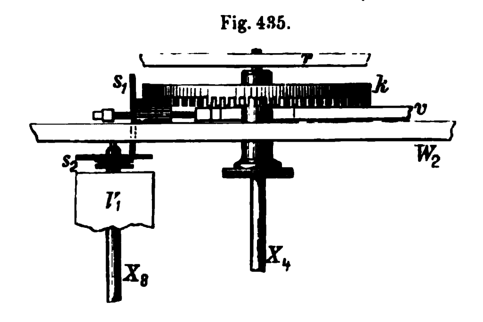
und zwar in dem nämlichen Sinne wie auch die Axe X_4, auf welcher die untere Papierzugwalze P_1 sitzt. Demgemäss haben der über P_1 laufende Papierstreifen p und das Schreibrädchen J an ihrer Berührungsstelle entgegengesetzte Bewegungsrichtung.

Auf der in einem grösseren Loche durch die hintere Apparatwange W_2 hindurch gehenden und hinter ihr in einem an W_2 angeschraubten, grösstentheils von der Trommel T überdeckten, Bügel r, Fig. 434 und 435, gelagerten Axe X_4 sitzt hinter der Wange W_2 und unter der an

und 120 Wörter als die Geschwindigkeiten, innerhalb welcher sich der Empfänger und der selbstthätige Geber einstellen liessen. — Nach Du Moncel, Exposé, 3, 171 wurde auf der 736 km langen (darunter 534 km Kabel enthaltenden) Linie Newcastle — Fridericia mit einer Geschwindigkeit von 20 Wörtern gearbeitet.

r angeschraubten Schutzkappe oder Trommel T noch ein grosses Kronrad k, Fig. 435; dieses Rad treibt auf seiner linken Seite ein längeres Getriebe, dessen Axe in einem von dem Riegel v gebildeten und an seiner obern und untern Seite durch eine Schraube geführten Rahmen gelagert ist. Der Riegel v steht mit dem nach unten gerichteten Arme des Stellhebels V_0 in Verbindung und kann mittels desselben hin und her bewegt werden, und dabei bleibt das Getriebe zwar beständig im Eingriff mit dem Kronrade k, die auf seiner Axe sitzende Scheibe s_1 aus polirtem Stahl von etwa 18 mm Durchmesser dagegen wird dabei der Axe X_8 der Scheibe s_2, auf welche s_1 die Bewegung durch Reibung überträgt, genähert bez. von ihr entfernt. Die Axe X_8 wird — zur Erzeugung der nöthigen Reibung zwischen s_1 und s_2 — durch eine vor der Kastenwand W_1 liegende und auf das freie Ende von X_8 wirkende Blattfeder c, Fig. 433, nach W_2 hin gedrückt; in diese Blattfeder ist an der X_8 berührenden Stelle ein harter Stein eingesetzt; der Druck

Fig. 435.



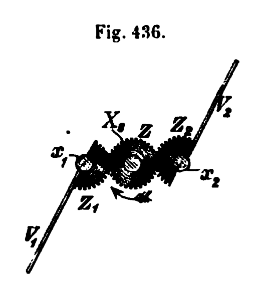
der Feder gegen X_8 und dadurch die Reibung der Axe X_8 lässt sich mittels der oberen der beiden in Fig. 433 sichtbaren Schrauben reguliren. Die Axe X_8 ist die Axe der Windflügel V_1 und V_2; je näher ihr die vom Triebwerke aus mit einer gewissen Geschwindigkeit in Umdrehung versetzte und an der Berührungsstelle auch s_2 die nämliche Bogengeschwindigkeit ertheilende Scheibe s_1 gebracht wird, desto kleiner wird der Hebelsarm, an welchem die Scheibe s_1 bei Fortpflanzung der Bewegung auf s_2 wirkt und desto grösser wird zugleich die Umlaufsgeschwindigkeit der Axe X_8 und der Windflügel V_1 und V_2, desto grösser also auch der Widerstand, den die Windflügel in der Luft finden, d. h. desto geringer die Ablaufsgeschwindigkeit des Papierstreifens, bei welcher dieser Widerstand bereits dem zu seiner Ueberwindung verfügbaren Theile der Kraft des Laufwerkes gleichkommt[38]). Wird dagegen der Hebel V_0 nach links, der Riegel v und mit ihm die Scheibe s_1 also nach rechts

[38]) Ist M das Widerstandsmoment der Windflügelwelle bei einer bestimmten Geschwin-

hin, von X_8 hinweg bewegt, so wird die Laufgeschwindigkeit des Triebwerkes wachsen, denn die Geschwindigkeit der Axe X_8 ist im Vergleich zur Geschwindigkeit der Axe X_4 kleiner, als vorher.

Die Anordnung der Windflügel ist eine eigenthümliche. Auf der Axe X_8 sitzt zunächst ein Muff *m* mit einem vorstehenden Stifte *b*, Fig. 434, welcher sich an dem Stifte *e* des Bremshebels *a* bei der in Fig. 433 gezeichneten Stellung fängt und dadurch das Laufwerk zum Stillstehen zwingt. In der Verlängerung von *m* liegt ein zweiter Muff, welcher durch einen durchgesteckten Stift fest mit der Axe X_8 verbunden ist; um diesen zweiten Muff ist eine flache Stahlfeder *z* gewickelt, welche durch Stifte mit dem einen Ende an einem auf dem Muff streng aufgeschobenen Ringe, mit dem andern Ende an einem Zahnrade *Z* befestigt ist; in dem Ringe sind mehrere Löcher angebracht, so dass man den Ring auf dem Muffe drehen und durch seine Drehung anfänglich die Spannung der Feder *z* reguliren kann. Der Muff *m* ist streng auf X_8 aufgeschoben, wird also von der Axe X_8 nur durch die Reibung mitgenommen. Das Zahnrad *Z*, welches auf dem zweiten Muffe lose sitzt, steht, wie dies Fig. 436 deutlich sehen lässt, mit zwei anderen Zahnrädern Z_1 und Z_2 im Eingriff, deren Axen x_1 und x_2 in einem entsprechenden, aus zwei mit der Axe X_8 fest verbundenen Stäben gebildeten Rahmen gelagert sind; jeder der beiden Stäbe ist durch einen Muff mit der Axe X_8 verbunden und zwar ist der zugleich mit der Scheibe s_2 fest verbundene Muff des nach s_2 hin liegenden Stabes auf die Axe X_8 aufgelöthet, der nach *b* hin liegende Stab hingegen ist an dem schon erwähnten, durch einen Stift mit X_8 verbundenen zweiten Muffe befestigt; nach dem Herausziehen des Stiftes kann man diesen Stab und den Muff von X_8 herunterziehen. Auf die zu X_8 parallelen Axen x_1 und x_2 sind die beiden rechteckigen Windflügel V_1 und V_2 aufgeschraubt.

Fig. 436.



Während nun das Werk still steht, wird durch die Kraft der Feder *z* das Rad *Z* in der Richtung des Pfeiles in Fig. 436 so lange gedreht, bis sich die Flügel V_1 und V_2 auf *Z* auflegen, Fig. 434. Wenn dagegen das Werk läuft und von der Axe X_8 auch der Rahmen nebst den Axen x_1 und x_2 in Umdrehung versetzt wird, so schlagen die

digkeit und der dieser entsprechenden Stellung der Flügel, *K* die am Umfange von s_1 wirkende, auf s_2 übertragene Kraft und *r* der eben vorhandene Abstand des Berührungspunktes zwischen s_1 und s_2 von der Axe X_8, so findet Gleichgewicht statt, wenn $Kr = M$. Zur Ueberwindung des Widerstandes der Flügelwelle muss also die Kraft $K = M : r$ aufgewendet werden.

Flügel V_1 und V_2 — anfänglich blos durch die Centrifugalkraft, bald jedoch durch die Centrifugalkraft und durch den Druck, den die Luft auf die nach Z hin liegende Fläche der Flügel bei deren Drehung ausübt, — nach aussen und kommen etwa in die in Fig. 436 gezeichnete Stellung; dabei drehen sie das Rad Z in der dem Pfeil entgegengesetzten Richtung und spannen zugleich die Feder z stärker; sie werden sich also überhaupt nur so weit drehen können, bis die Spannung der Feder z eine der Centrifugalkraft und dem Luftdrucke entsprechende Grösse erreicht hat. Wenn die Umlaufgeschwindigkeit der Axe X_8 wächst, wächst zwar auch die Centrifugalkraft, und deshalb können sich die Flügel — die Feder z noch stärker spannend — etwas weiter drehen, allein nach dieser Drehung bieten sie der Luft auch eine etwas grössere Fläche dar, sie finden daher in der Luft einen grösseren Widerstand und dieser bewirkt den Rückgang der Geschwindigkeit der Axe X_8 (und des ganzen Laufwerkes) auf das frühere, normale Mass. Das Umgekehrte findet statt, wenn die Laufgeschwindigkeit abnimmt, und dann wird der geringer gewordene Widerstand das Wiederanwachsen der Geschwindigkeit auf die normale Grösse begünstigen.

Ist hiernach durch die ursprüngliche Spannung der Feder z eine bestimmte normale Umlaufgeschwindigkeit der Axe X_8 der Windflügel festgestellt, so wird aus dieser sich weiter die Laufgeschwindigkeit des ganzen Werkes und besonders der Papierzugwalze P_1 ergeben müssen, und zwar wird diese letztere durch das Uebersetzungsverhältniss zwischen den beiden Scheiben s_1 und s_2 bedingt sein, welches man durch die Einstellung des Hebels V_0 auf seinem Gradbogen, d. h. durch die dadurch herbeigeführte Stellung der Scheibe s_1 gegen die Scheibe s_2 gewählt hat.

XL. **Die Papierführung.** Die Papierrolle liegt in dem Schubkasten H, Fig. 432, auf einer Scheibe oder Teller (vergl. S. 430, Fig. 355), welcher sich auf einem Stifte dreht und von diesem ohne Lüftung von Schrauben im Boden des Kastens nicht abgehoben werden kann. Durch zwei hölzerne Röllchen, von denen das erstere auf eine Axe aufgesteckt ist, welche auf einem an die Seitenwand oder den Boden des Kastens angeschraubten federnden, also einem Zuge etwas nachgebenden Messingstreifen sitzt, wird der Papierstreifen nach dem in Fig. 432 unterhalb des Hebels a_1 sichtbaren Schlitze in der Kehle des Untersatzes hingeleitet, tritt aus diesem heraus, läuft über den messingenen, mit einem grossen flachen Kopfe versehenen Führungsstift j, Fig. 432 und 433, geht dann zwischen einem S-förmigen Messingstreifen und einem zweiten stählernen Führungsstifte hindurch, welcher zu bequemerer Einführung des Papierstreifens am Kopfe zu einer Schneide zugeschärft ist, gelangt endlich in den Papierzug P_1, P_2 und läuft über das Tischchen N und

hinter dem Stifte C ab. Die Druckwalze P_2 lastet durch ihr Gewicht und den Druck der Feder u auf der vom Laufwerke bewegten unteren Walze P_1; sie kann durch den auf ihren meisselartigen Fortsatz wirkenden Hebel q, dessen unteres Ende ebenfalls meisselartig zugeschärft ist, von P_1 abgehoben werden und ist mit einer ringsum laufenden Furche zum Schutz für die noch feuchte Schrift versehen.

XLI. **Der Elektromagnet** liegt unter dem Laufwerke; seine Anordnung[39]) machen Fig. 437, 438 und 439 ($\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse) deutlich. Der aufrecht stehende Hufeisen-Stahlmagnet M ist unter den Wangen W_1 und W_2 des Laufwerkskastens an Messingplatten angeschraubt und kehrt seinen noch innerhalb des Holzkastens befindlichen Bug nach W_2 hin. Seine beiden Pole sind halbkreisförmig ausgeschnitten und durch diese beiden Ausschnitte geht die lothrechte Axe Y hindurch, auf welcher, den Polen gegenüber, die beiden Lappen e_1 und e_2 aus weichem Eisen sitzen; mit ihrem unteren Ende ruht die Axe Y auf einem Stege mit Stahllager, mit ihrem obern Ende in einem zweiten, an die vordere Wange W_1 angeschraubten und von der Seite herüberreichenden Stege. Die beiden Lappen e_1 und e_2 spielen zwischen den stellbaren Polschuhen, welche auf die Enden der Kerne der beiden stabförmigen Elektromagnete E_1, E_2 aufgeschraubt sind. Die Bewickelung jedes Elektromagnetes besteht, wie dies bezüglich E_1 aus Fig. 437 zu ersehen ist, aus zwei getrennten, über einander liegenden Theilen, welche von dem ankommenden Telegraphirstrome hinter einander durchlaufen werden, wenn der Empfänger im einfachen Telegraphiren benutzt wird; anders dagegen müssen die vier Rollenhälften unter sich und mit dem Geber und der Leitung verbunden werden, wenn der Empfänger beim Gegensprechen nach der Differential-Schaltung (vergl. Handbuch, 1, 555) benutzt werden soll. Den Wechsel zwischen diesen beiden verschiedenen Benutzungsweisen des Empfängers ermöglicht in sehr einfacher und bequemer Weise ein Stöpselumschalter. Gewöhnlich hat jede der 4 Spulen etwa 100 Siemens-Einheiten[40]) Widerstand.

Der untere Lappen e_2 ist mit einem kleinen, nach unten gerichteten Anschlage versehen, womit er bei Bewegung der Lappen und ihrer

[39]) In dem englischen Patente No. 2897 vom 3. November 1870, das sich an Wheatstone's ältere Patente (1858 No. 1239, 1860 No. 2462, 1867 No. 220) anschliesst, und dementsprechend auch in älteren Apparaten erscheint der Elektromagnet noch in der von Wheatstone vielfach, z. B. im Magnetzeigertelegraph benutzten X-Form (vergl. auch S. 480), derselbe ist jedoch bereits mit der nachstehend beschriebenen Regulirvorrichtung versehen. Vgl. noch Du Moncel, Exposé, 3, 168.

[40]) Vgl. Telegraphic Journal, 9, 46; in älteren Apparaten 190 S. E. (vgl. Annales télégraphiques, 1876, 471), doch war man auch bei diesen Apparaten zur Erzielung grösserer Telegraphirgeschwindigkeit zu einer bleibenden Parallelschaltung aller vier Spulen übergegangen.



Axe Y an zwei Stellschrauben anschlägt, welche zur Regulirung des Ausschlages zu beiden Seiten des Anschlages angebracht sind und na-

Fig. 437.

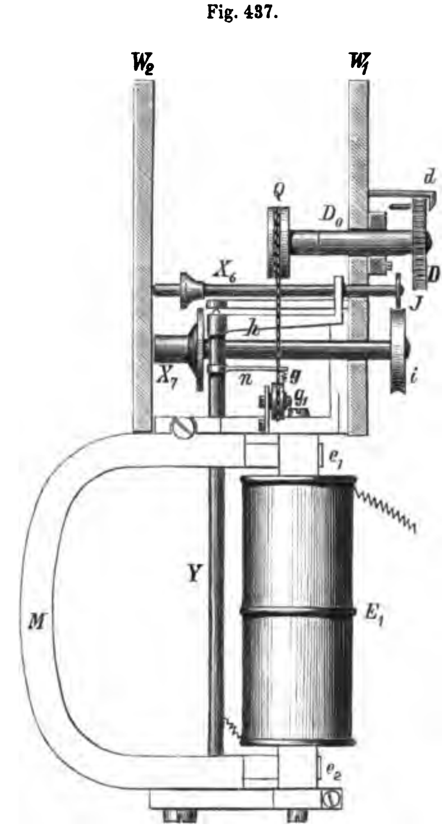


Fig. 439.

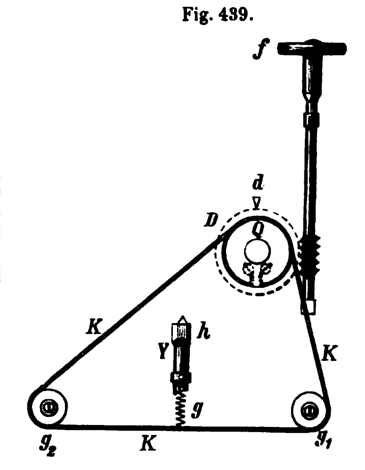
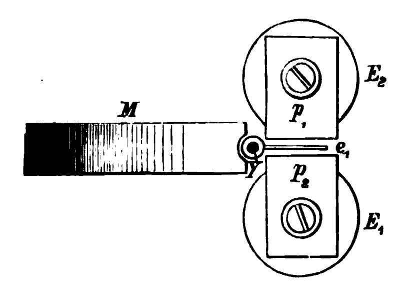


Fig. 438.



mentlich verhüten, dass die Lappen in Berührung mit den Polschuhen kommen.

Die beiden Lappen werden von den Polen des Hufeisens M magnetisirt und bleiben daher, wenn sie dem einen oder dem andern Paare der Polschuhe mit der Hand oder durch einen Telegraphirstrom genähert werden, von diesen angezogen, bis ein Strom die Elektromagnetrollen durchläuft, welcher in den 4 Polschuhen eine magnetische Polarität in der Weise entwickelt, dass die Lappen von den ihnen zur Zeit am nächsten liegenden beiden Polschuhen abgestossen und von den entfernteren angezogen werden. Zum Telegraphiren reichen daher flüchtige Wechselströme (vergl. S. 378) aus.

Oberhalb e_1 ist an Y ein kleiner wagrechter Arm n angebracht. An diesem ist eine schwache Spiralfeder g mit dem einen Ende festgemacht, deren zweites Ende

sich an den einen Ring des feinen Kettchens K aus Stahl anheftet und zwar an dem unterhalb n zwischen den Röllchen g_1 und g_2 wagrecht laufenden Theile des Kettchens. Die beiden Enden dieses Regulirkettchens sind in der deutlich aus Fig. 439 ersichtlichen Weise ein Stück um die höher liegende Rolle Q herumgelegt und an ihr festgeschraubt. Die Axe der Rolle Q geht lose durch einen Muff D_0 hindurch und trägt vor der Wange W_1 ein messingenes Schneckenrad D, das mit der Schnecke auf der Axe der randrirten Stellschraube f, Fig. 432, 433 und 439 im Eingriffe steht. Die gute und ruhige Lage des Muffes D_0 ist durch eine entsprechende, an die Wange W_1 angeschraubte Ansatzscheibe gesichert. Auf seiner Vorderseite trägt das Schneckenrad D eine Graduirung von 0 bis 40 nach beiden Seiten hin und aus der Wange W_1 steht eine Stahlmarke d vor, mittels deren man die jeweilige Stellung von D leicht ablesen kann. Wenn D mit dem Theilstriche 0 der Marke d gegenübersteht, so haben das Kettchen K und die Feder g die in Fig. 439 dargestellte Lage, und in dieser strebt g den Arm n und die Axe Y in einer Stellung zu erhalten, bei welcher die beiden Lappen e_1 und e_2 von den Polschuhen, während die Rollen E_1 und E_2 stromlos sind, nach beiden Seiten hin gleichstark angezogen werden. Diese Einstellung ist herbeizuführen, wenn die Leitung rein, frei von fremden Strömen ist.

Wenn dagegen fremde Ströme in der Leitung vorhanden sind, so werden dieselben den vier Polschuhen eine gewisse Polarität in dem einen oder dem andern Sinne ertheilen; die Lappen e_1 und e_2 werden deshalb, während kein Telegraphirstrom die Leitung durchläuft, sich nicht in der Mittellage zwischen den Polen erhalten lassen, und es wird der eine der beiden Wechselströme durch die Wirkung des fremden Stromes verstärkt, der andere geschwächt werden. Demgemäss wird dann entweder das Schreibrädchen durch die Telegraphirströme etwas zu lange Zeit an dem Papierstreifen angedrückt werden, oder es wird etwas zu frühzeitig schon von dem Streifen wieder hinweggezogen, die telegraphischen Schriftzeichen also in dem ersteren Falle verlängert, im zweiten aber verkürzt werden. Um diese Verunstaltung der Schrift zu beseitigen, braucht man nur im ersteren Falle das Kettchen K mit der Feder g nach rechts, im zweiten Falle nach links hin zu bewegen, das Rädchen also mit dem auf ihm verzeichneten Buchstaben **S** (space, Zwischenraum) beziehentl. mit dem Buchstaben **M** (mark, Schriftzeichen) der Marke d nähern. In beiden Fällen wird dann die Feder g eine Wirkung hervorbringen, welche die Wirkung des fremden Stromes aufhebt.

Unterhalb des Nullstriches ist in das Rädchen D ein Stift eingeschraubt, welcher auf der Rückseite vorsteht und, wenn der Theilstrich 40



von links oder von rechts her unter der Marke d angekommen ist, von der einen oder der andern an die Ansatzscheibe des Muffes D_0 selbst oder an eine der beiden Schrauben auftrifft, womit diese Ansatzscheibe an die Wange W_1 angeschraubt ist. Durch diese Einrichtung wird verhütet, dass man das Rädchen D zu weit dreht und dadurch das Kettchen K sprengt.

Die Feder g kann endlich bei entsprechender Spannung auch die Rolle der einen oder der anderen Art der Wechselströme übernehmen, und davon wird man Gebrauch machen, wenn man mit einfachen Strömen telegraphiren will. Um z. B. diesen polarisirten Farbschreiber in einer Arbeitsstromlinie (vergl. S. 369) verwenden zu können, braucht man nur das Rädchen D mit **s** entsprechend nahe an die Marke d heranzudrehen, damit die Feder g die Lappen e_1 und e_2 beim Aufhören des Telegraphirstromes von den links liegenden Polschuhen abreisst.

XLII. **Die schreibenden Theile.** Auf der Axe Y, welche die polarisirten Anker e_1 und e_2 der Elektromagnete E_1 und E_2 trägt, ist nahe an ihrem oberen Ende noch ein Arm h aufgesteckt. Dieser tritt fast bis an die Wange W_1 heran und umschliesst hier mit einem entsprechenden Einschnitte in dem nach oben umgebogenen Ende die Axe X_6 des Schreibrädchens J; auf seiner ganzen Länge ist der Arm h auf seiner in Fig. 437 nach rückwärts liegenden Fläche, mit einer sich ebenfalls, ganz wie h selbst, nach oben umbiegenden Blattfeder belegt, welche den X_6 aufnehmenden Einschnitt in h verschliesst. Auf diese Weise überträgt sich also die Bewegung der Axe X_6 und der Lappen e_1 und e_2 auch auf das Schreibrädchen J. Mit Farbe wird das Schreibrädchen J durch das Farbscheibchen i gespeist, welches mit seinem unteren Theile in die im Farbgefässe L befindliche Farbe eintaucht; der Durchmesser von J misst etwa 6 mm, der von i etwa 20 mm. Das Scheibchen i liegt in der nämlichen Verticalebene mit J und beide stehen etwa $\frac{1}{2}$ mm von einander ab. Das auf der Axe X_7 sitzende Scheibchen i entnimmt bei seiner Umdrehung die Farbe aus L, Fig. 433, und trägt auf seiner etwas ausgehöhlten Mantelfläche eine Schicht davon nach J empor, deren Dicke gerade ausreicht, um den Zwischenraum zwischen J und i auszufüllen, so dass J ohne Reibung die Farbe von i entnehmen kann. J und i sind nur streng auf ihre Axen X_6 und X_7 aufgeschoben und werden von ihnen durch die Reibung mitgenommen; die Axen sind durch eine kleine Verstärkung in der Nähe der Wange W_1 gegen Verschiebung geschützt. Die Axe X_6 geht durch ein Loch in W_1 hindurch, dessen Durchmesser etwas grösser ist, als derjenige der Axe, so dass ihrer Hin- und Herbewegung nichts hinderlich ist.

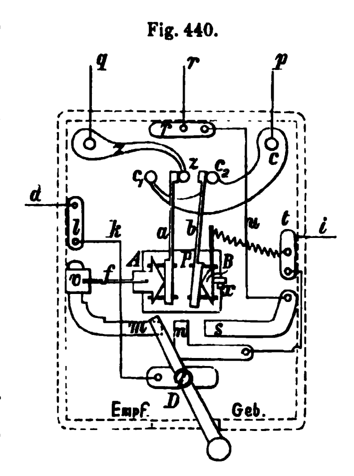
Der untere Lappen e_2 des Elektromagnetankers trägt ferner noch einen Stift, welcher von den beiden Zinken einer Gabel umfasst wird



wenn man mittels des Handgriffs a_2 die Gabel um ihre Axe dreht, so bewegt sie die Axe Y und durch diese das Schreibrädchen ganz so, wie es die Telegraphirströme thun. Man kann somit mittels a_2 prüfen, ob der Apparat bei seiner gegenwärtigen Einstellung gute Schrift zu liefern vermag.

Das Farbgefäss L ist in seinem vortretenden Theile mit einem um ein Scharnier drehbaren Deckel y geschlossen; seinen nach links liegenden Theil überdeckt eine Kappe O, welche zugleich das Schreibrädchen J und das Farbscheibchen i umschliesst und links mit einem Schlitze versehen ist, woraus J sich gegen den Papierstreifen p heranbewegen kann. Deckel und Klappe lassen sich durch Lüften der in Fig. 433 rechts sichtbaren Schraube abnehmen. Das Farbgefäss L selbst wird mittels des Ansatzes l von der Schraube L_0, Fig. 433, getragen; mittels der Schraube kann man l der an die Wange W_1 angeschraubten Platte l_0 mehr oder weniger nahe bringen, das Farbgefäss L also höher oder tiefer stellen.

Fig. 440.

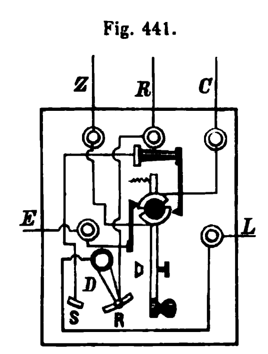


XLIII. **Der Geber für Handarbeit**[41]) entspricht der Skizze Fig. 312 auf S. 377, obwohl die Anordnung der Contacte etwas anders erscheint, weil die beiden mit einander verbundenen Hebel einarmig sind; überdies liegen diese Theile unter dem Grundbrete des Gebers, werden aber von einem einfachen Hebel bewegt, welcher an dem einen Ende mit einem Knopf als Handgriff versehen, mit dem andern Ende aber etwa in der Mitte des Grundbretes gelagert ist, und von dessen Drehaxe ein nach unten gerichteter Arm ausläuft und unterhalb des Grundbretes bei x, Fig. 440, an einer Ebonitplatte P befestigt ist. Das auf dieser Platte P befindliche Messingstück A ist durch eine flache Stahlfeder f mit dem Blocke v verbunden; auf diese Weise dient der Block v der Platte P als Drehaxe, wenn dieselbe beim Arbeiten mit dem oberhalb des Grundbretes liegenden Hebel, der sich beim Niederdrücken auf einen das Geräusch beim Arbeiten unterdrückenden Kautschukpfropfen auflegt, hin- und herbewegt wird. An dem Messingstücke A und an dem ihm gegenüberlie-

[41]) Eine ältere Form des Handsenders ist in Annales télégraphiques, 1876, S. 458 beschrieben und abgebildet; die Stromsendung erfolgt bei demselben in wesentlich gleicher Weise, der Umschalter ist aber minder einfach.

genden ähnlichen Stücke B sind auf der in eine Schneide auslaufenden Innenseite die beiden Stahlfedern a und b mittels zweier Schrauben befestigt, durch welche zugleich ihre Lage justirt werden kann; an ihrem freien Ende sind die Federn a und b mit Platinplättchen belegt. In der Ruhelage des Senderhebels legt sich a an einen Contact des mit dem Zinkpole der Telegraphirbatterie verbundenen Contactstückes z an, b hingegen an den Contact c_2 eines zweiten mit dem Kupferpole der Batterie verbundenen Contactstückes c, welches noch einen zweiten links von z liegenden Contact c_1 besitzt. Das Messingstück B ist durch eine Spiralfeder, welche zugleich die Platte P in ihrer Ruhelage zu erhalten strebt, in leitende Verbindung mit der Platte t gebracht, von welcher ein Draht i zur Erde führt. Der Platte t gegenüber liegt eine gleiche Platte l, von welcher ein Draht d nach der Leitung geführt ist und zwar — wie auch die von c und z auslaufenden Poldrähte p und q — erst durch den selbstthätigen Geber hindurch. Die Leitung ist nun aber von l aus nicht unmittelbar mit der Axe v des Gebers verbunden, sondern mittels des Drahtes k zunächst mit der Axe eines Umschalterhebels D, welcher beim Geben auf die Schiene m gestellt wird, während des Empfangens dagegen auf der Schiene s ruht und dann über s, u und r die Leitung mit dem Empfänger verbindet. Bei jeder Umstellung des Hebels D streift derselbe über den Erdcontact n, der dabei eine Entladung der Leitung über t zur Erde vermittelt.

Fig. 441.



Es ist aus Fig. 440 leicht zu erkennen, dass, während der Umschalterhebel D auf „Geben“ steht, bei ruhendem Sender der Kupferpol der Telegraphirbatterie über c_2 und b an Erde, der Zinkpol über z, a, f, k und l an Leitung liegt. Wird dagegen der Hebel des Senders niedergedrückt, so wird die Richtung des Stromes umgekehrt, denn b kommt jetzt mit z, a dagegen mit c_1 in Berührung.

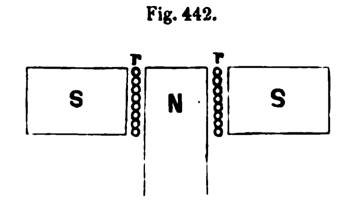
Einfacher ist die Einrichtung des in Fig. 441 skizzirten Handtasters von Varley. An dem Hebel desselben sitzt eine Metallscheibe, deren beide Hälften gegen einander isolirt sind; die eine Hälfte ist über die Klemme Z mit dem Zinkpole, die andere Hälfte über die Klemme C mit dem Kupferpole der Telegraphirbatterie verbunden. Gegen jede der beiden Hälften legt sich eine Contactfeder an; beim Uebergange des Tasterhebels aus der Ruhelage in die Arbeitslage und umgekehrt geht aber jede Feder von der einen Hälfte auf die andere über. Auch diesem Taster ist ferner ein Umschalter D beigegeben; dessen Axe ist

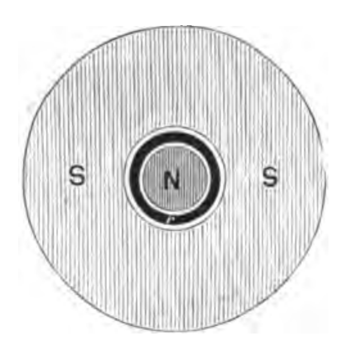
über die Klemme L mit der Leitung verbunden. Beim Empfangen steht der Hebel dieses Umschalters auf dem Contacte **R** (receive, empfangen) und setzt die Leitung über die Klemme R mit dem Empfänger in Verbindung. Während des Gebens hingegen wird der Umschalterhebel auf den Contact **S** gestellt und dadurch ist zunächst der Empfänger ausgeschaltet. Da ferner **S** durch einen Draht mit dem die eine Contactfeder tragenden Ständer in Verbindung gesetzt, die andere Contactfeder dagegen über die Klemme E bleibend an Erde gelegt ist, so geht bei ruhendem Tasterhebel der Strom der Telegraphirbatterie von deren Kupferpole zur Erde E und von deren Zinkpole in die Leitung L. Wird dagegen der Tasterhebel niedergedrückt, so wird dadurch die Richtung des Stromes umgekehrt; denn dabei wird der Zinkpol über E an Erde und der Kupferpol über L an Linie gelegt.

12. *Der Russschreiber von Siemens & Halske.*

XLIV. **Der kleine Russschreiber von Siemens & Halske,** welcher zum Telegraphiren auf Kabeln von mittlerer Länge bestimmt ist, verwerthet ebenfalls die Anziehung zwischen einem vom Telegraphirstrome durchlaufenen Leiter und einem Magnete zur Erzeugung von Zickzackschrift, aber in anderer Weise, als dies in Thomson's Heberschreiber (XXVII.) geschieht. Der in Fig. 443 abgebildete kleine Russschreiber gleicht in seiner elektromagnetischen Einrichtung dem bereits im 2. Bande (S. 397) abgebildeten und beschriebenen grossen Russschreiber, welchen Fig. 444 zeigt. Bei dem Russschreiber bewegt sich der die Zickzackschrift erzeugende Stromleiter in einem homogenen magnetischen Felde. Dieses homogene magnetische Feld wird durch einen cylindrischen Eisenkern N, Fig. 442, und durch eine Eisenplatte SS gebildet, welche auf die Pole eines Magnetes aufgesetzt sind; der Cylinder N befindet sich in einer in der Platte S angebrachten runden Oeffnung und zwar so, dass die Entfernung zwischen Cylinder und Platte klein und überall gleich gross ist. Wenn daher z. B. der Eisencylinder N nördlichen, die Platte S südlichen Magnetismus erhält, so entsteht in dem Zwischenraume ein homogenes magnetisches Feld.

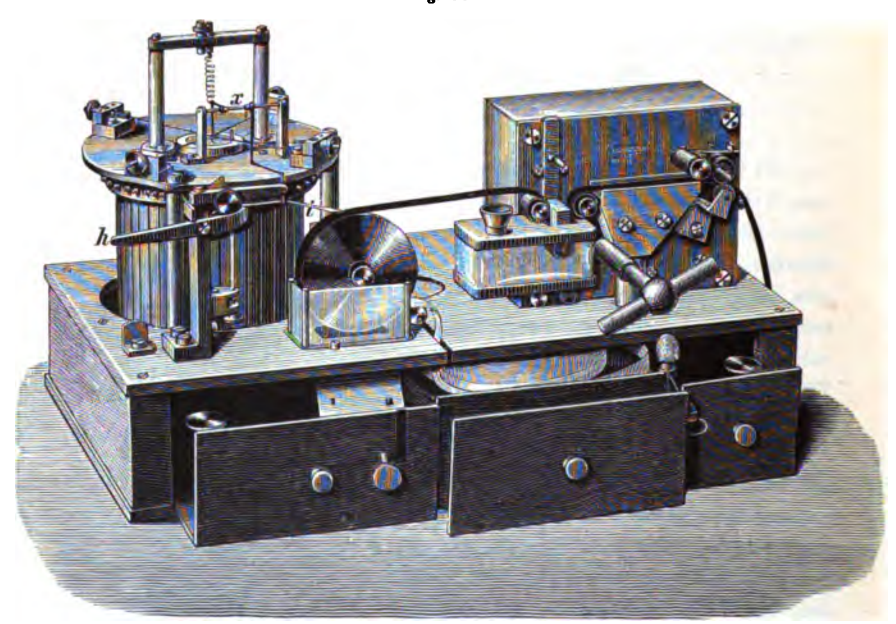
Fig. 442.





In diesem kreisringförmigen magnetischen Felde befindet sich nun die Drahtrolle *r*, deren Windungen in einer zu der Axe des Cylinders *N* senkrechten Ebene liegen. Wenn ein Telegraphirstrom die Rolle *r* durchläuft, so wird jedes einzelne in derselben enthaltene Drahtstück, also auch die ganze Rolle in der Richtung der Axe des Cylinders *N* bewegt. Wenn der positive Strom die Rolle aufwärts treibt, so treibt der negative Strom dieselbe abwärts. Die Kraft, welche durch den Strom auf die Rolle ausgeübt wird, ist proportional der Stromstärke; hängt man daher die Rolle an einer Spiralfeder auf, so sind die Hebungen und


Fig. 443.



Senkungen der Rolle proportional der Stärke des Stromes, der sie durchfliesst.

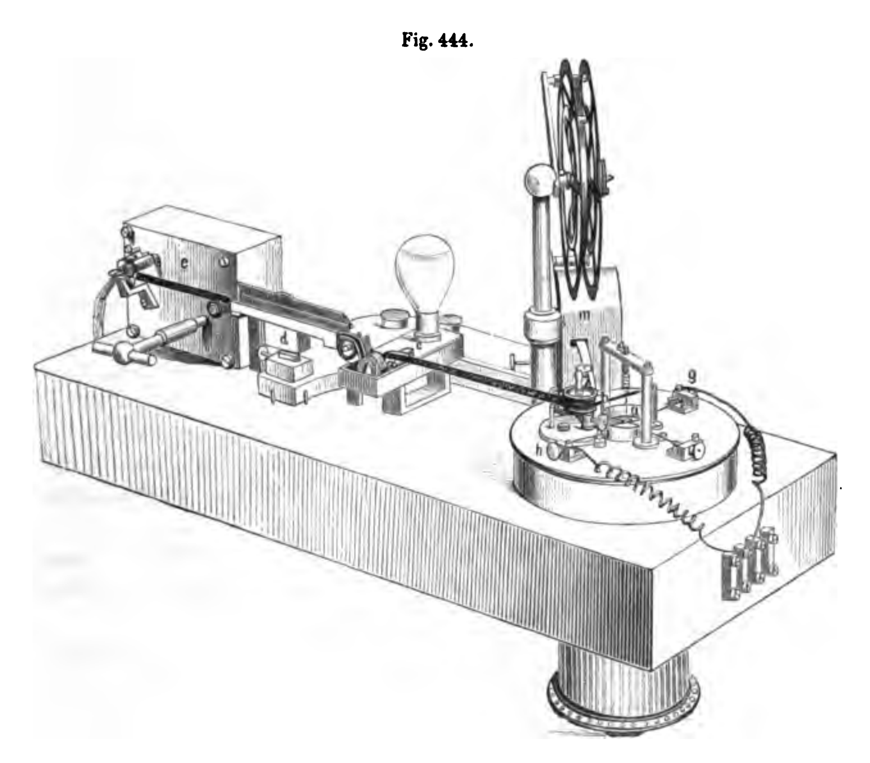
Soll eine möglichst grosse Empfindlichkeit erzielt werden, so wird nicht ein Stahlmagnet, sondern ein Elektromagnet angewendet.

An dem die Rolle tragenden Blechkreuze sind wie beim grossen Russschreiber vier horizontale, kreuzförmig ausgespannte, feine Drähte befestigt, welche in kurze Spiralfedern aus feinem Draht ausgehen und an vier feste Klemmen geführt sind. Diese Klemmen enthalten zugleich Spannvorrichtungen für die Drähte, so dass diese letzteren dazu benutzt werden können, um die Rolle in dem magnetischen Feld zu centriren.

Zwei dieser Klemmen (*g* und *h* in Fig. 444) dienen ausserdem noch zur Einführung des Stromes in die Rolle, indem die beiden von diesen Klemmen ausgehenden Drähte als Zuleitungen benutzt werden.

Die Rolle des Russschreibers ist nun mit einem Schreibstifte verbunden, welcher die Bewegungen der Rolle auf einem gleichmässig vorbeigeführten, berussten Papierbande aufschreibt. Bei dem kleinen Russschreiber ist der Schreibstift *i* nicht unmittelbar mit der Spiralfeder verbunden, welche mit dem oberen Ende an einem Galgen befestigt ist und an deren unterem Ende mittels eines Drahtes die Drahtrolle be-

Fig. 444.



festigt ist, sondern er ist, wie Fig. 443 deutlich sehen lässt, mit dem Ende des wagrechten Schenkels eines Winkelstücks, dessen Axe x in einem zweiten, etwas niedrigern Galgen gelagert ist, verbunden; das Schenkelende steht ausserdem zugleich mit einem wagrecht liegenden, mittels einer Schraube verstellbaren, einarmigen Hebel in Verbindung. Auf jener Axe x aber sitzt ferner noch ein Arm, dessen freies Ende mit der eben erwähnten Spiralfeder verbunden ist. Wenn daher die Rolle durch die Wirkung eines Telegraphirstromes empor oder nach unten bewegt wird, so geht die schreibende Spitze aus Schildpatt über

dem in wagrechter Ebene unter ihr hin geführten Papierstreifen hin und her. Mittels des Hebels *h* kann der Schreibstift *i* von dem Streifen abgehoben werden.

Der Papierstreifen läuft von einer Rolle ab, welche in dem mittelsten Kasten des Untersatzes untergebracht ist. Sie liegt auf auf einem Boden, welcher nahe an der Decke des Kastens an einer hinter der Vorderwand des Kastens befindlichen zweiten Wand befestigt ist. Der Streifen wird nach dem Austritte aus dem Kasten zunächst um eine Metallrolle[42]) herumgeführt und wird hierbei von einer in dem links liegenden Kasten befindlichen Petroleumlampe berusst, dabei aber durch das grosse Wärmeausstrahlungsvermögen dieser Rolle gegen das Verbrennen geschützt. Nach dem Vorübergehen unter der Schreibspitze wird der Streifen (in Fig. 444 bei *c*) durch ein Bad geleitet, welches eine verdünnte Lösung von Schellack in Spiritus enthält, und nach dem Austritte wird er über einer Spirituslampe (*d* in Fig. 444) getrocknet, welche in dem rechts liegenden dritten Kasten brennt. Das am rechten Ende aufgestellte Triebwerk (*e* in Fig. 444) liefert die Kraft, mit welcher das Papier durch die einzelnen Apparattheile durchgezogen wird. Wenn das Triebwerk arretirt wird, erhält die Petroleumlampe zugleich eine Bewegung, welche dieselbe von dem Papierband entfernt. Wenn der Papierstreifen den Apparat verlässt, ist der Russ auf demselben vollkommen fixirt, so dass die Schrift nicht mehr verwischt werden kann.

Der Apparat arbeitet regelmässig und namentlich die Petroleumlampe bedarf nur geringer Regulirung, nachdem der Apparat einige Zeit in Thätigkeit versetzt ist und die sich erwärmenden Theile die ihnen zukommende Temperatur angenommen haben.

Die Dämpfung der sich bewegenden Rolle lässt sich bei dem Russschreiber mit Elektromagnet vollkommen beliebig einstellen; wie dies schon im 2. Bd. S. 399 erwähnt worden ist.

Der kleine Russschreiber arbeitete zum ersten Male, in Gemeinschaft mit einem elektromagnetischen und einem elektrodynamischen Doppelschreiber, bei der Eröffnung der unterirdischen Linie Kiel-Hamburg-Berlin (nahezu 400 Kilometer, vgl. S. 215) im September 1877; als Geber diente für sämmtliche Apparate ein Dosengeber für doppelzeilige Schrift.

Bei derselben Gelegenheit arbeitete der grosse Russschreiber auf der unterirdischen Linie Kiel-Hamburg-Berlin-Frankfurt a. M. (etwa 950 Kilometer, vgl. S. 215); als Geber diente theils der gewöhnliche Doppelschlüssel, theils der automatische Kabelschlüssel von Siemens & Halske.

---

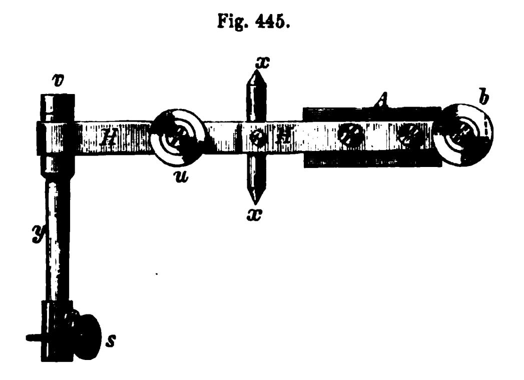
[42]) In Fig. 444 befindet sich diese Rolle und die zugehörige Lampe in dem Gehäuse *m*.



13. *Der Morse in der Schweiz.*

In der Schweiz vollzog sich der Uebergang vom Stiftschreiber zum Farbschreiber unter Schaffung zweier Abarten des Stiftschreibers mit Gewichtsbetrieb, nämlich des „Feder-Morse" und des „Schnur-Morse". Der erstere ist ein Stiftschreiber mit Federbetrieb, in welchem jedoch die Gesammtanordnung der Theile wesentlich verändert erscheint. Der Schnur-Morse bedeutet eine vorübergehende Rückkehr zum Gewichtsbetrieb, jedoch unter Ersetzung der Kette ohne Ende durch eine Schnur und unter Hinzufügung einer Vorrichtung, welche das Laufwerk während des Aufziehens in ungestörtem Gange zu erhalten bestimmt ist. Auch der Feder-Morse ist jetzt sowohl aus dem eidgenossischen Telegraphennetze, wie bei den schweizerischen Eisenbahnen gänzlich verschwunden und durch Farbschreiber ohne Relais ersetzt worden.

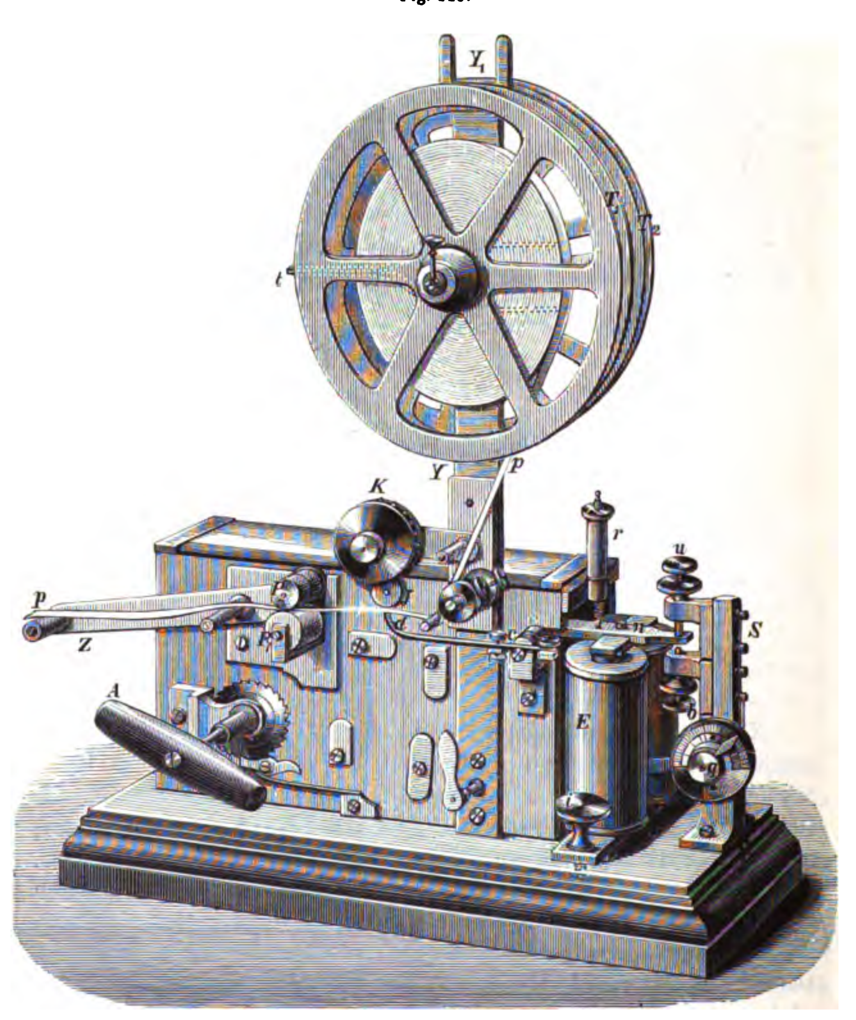
Fig. 445.



XLV. **Der Feder-Morse** ist in der „Instruktion für die Telegraphisten der Schweiz; Ausgabe vom August 1875" auf S. 206 ausführlich beschrieben und abgebildet. Er war zum Arbeiten im Localstromkreise, mit Relais, bestimmt. Das ganze Laufwerk mit Federhaus und die elektromagnetischen Theile umschliesst ein Messinggehäuse, und dieses konnte in verhältnissmässig sehr geringer Breite gehalten werden, weil die beiden Rollen des Hufeisenelektromagnetes nicht normal zum Ankerhebel gestellt wurden, sondern in dessen Richtung. Daher ist auch der Anker *A*, wie Fig. 445 zeigt, entlang dem zweiarmigen Ankerhebel *H* angebracht und wird mittels der beiden Befestigungsschrauben so eingestellt, dass er in der Arbeitslage von den beiden Elektromagnetpolen gleich weit absteht oder noch besser dem äussern Pole etwas näher steht, als dem innern. Die beiden Stellschrauben *u* und *b*, welche die Hubhöhe des Ankerhebels *H* begrenzen,

befinden sich an diesem Hebel selbst; *u* bestimmt dessen Ruhelage, *b* seine Arbeitslage. An das links liegende Ende des Hebels *H* ist mittels der Schraube *v* der Arm *y* angeschraubt, welcher vor dem Gehäuse den Schreibstift *s* trägt; auch der Papierzug und die an *y* sich anheftende Ab-

Fig. 446.

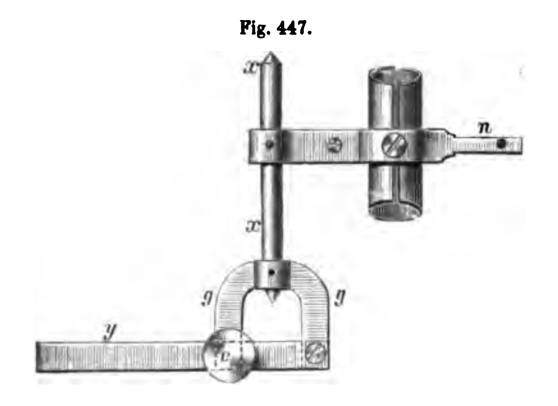


reissfeder liegen vor dem Gehäuse; die Spannung der Abreissfeder wird durch ein Excenter regulirt, das auf den einarmigen Hebel wirkt, woran das zweite Ende der Feder befestigt ist; Excenter und Hebel liegen ebenfalls vor dem Gehäuse. Lüftet man die Schraube *v*, so

kann man den Arm y drehen und dadurch dem Schreibstifte s die gewünschte Stellung gegen die obere Papierzugwalze geben, welche an einem zweiarmigen Hebel sitzt und durch eine an diesem angebrachte Feder auf die untere Walze aufgedrückt wird.

XLVI. **Der Schweizerische Farbschreiber** ist in Fig. 446 abgebildet. Derselbe besitzt einen Schreibhebel y mit der Digney'schen Schneide (vergl. Handbuch, 1, 463), welcher in der aus Fig. 447 ersichtlichen Weise durch eine Messinggabel g mit dem um die Axe x drehbaren Ankerhebel n verbunden ist. Da derselbe zur unmittelbaren Einschaltung in die Leitung bestimmt ist, so sind dessen Elektromagnetrollen aus dünnem Draht gewickelt. Am Ankerhebel n sind zwei Federn angeheftet, welche in ihrem Zusammenwirken das Abreissen des Ankers vermitteln. Eine befindet sich in dem Säulchen r; die andere läuft nach unten nach einem einarmigen Hebel, welcher durch eine auf der Axe des

Fig. 447.



Knopfes q sitzende excentrische Scheibe auf und nieder bewegt werden kann. Die Spannung der obern Spiralfeder ist so zu wählen, dass der Anker auf den Elektromagnet zurückfällt, wenn der Zeiger am Knopfe q seine äusserste Lage links erreicht, führt man dann den Zeiger wieder in seine lothrechte Lage auf dem Theilstriche 25 zurück, so ist die normale Ankerspannung hergestellt. Mittels zweier Schrauben i zu beiden Seiten der Rollen lässt sich der Elektromagnet, der zu diesem Zwecke auf einer über der Grundplatte liegenden, schmalen besonderen Platte befestigt ist, der Stärke des Telegraphirstromes entsprechend höher und tiefer stellen; vor Einstellung des Hubes mittels der für die Zwecke der Uebertragung isolirt an der Säule S befestigten Schrauben b und u bringt man den Elektromagnet in seine höchste Stellung. Die Schraube c in dem links liegenden Theile der auf der Axe x des Ankerhebels sitzenden Gabel gestattet, die Schneide d

der als Schreibhebel dienenden, mit dem andern Ende auf den rechts liegenden Theil der Gabel *g* festgeschraubten Stahlfeder *y* in die richtige Lage zu bringen, in welcher sie dann mittels der in Fig. 446 an der Unterseite von *y* sichtbaren Mutter erhalten wird.

Der Schreibhebel *y* drückt mit der Schneide *d* an seinem freien Ende den Papierstreifen *p* gegen das stählerne Schreibrädchen *J*, das vom Laufwerke in Umdrehung versetzt wird. Auf dem Schreibrädchen *J* ruht mit ihrem eigenen Gewichte die mittels des Armes *k* auf einen Dorn an dem Papierrollenträger *Y* drehbar aufgesteckte Farbwalze *K*, Fig. 448 und 449; dieselbe ist mit Tuch überzogen, das mit der Schreibfarbe getränkt wird. Hinter der Farbwalze ist noch ein Sternrad *R* angesetzt, das in einen auf die Axe des Schreibrädchens aufgesteckten Laternentrieb eingreift; auf diese Weise wird auch die Farbewalze schrittweise in Umdrehung versetzt und zwar hat sich diese Art der Bewegungsübertragung (nach Journal télégraphique, 4, 207) besser bewährt, als die von Hipp angewendete, welche Fig. 450 erläutert und bei welcher der Papierstreifen *p* durch die Reibung eine Walze *w* in Umdrehung versetzt und Zahnräder dann die Bewegung auf die Farbwalze *K* fortpflanzen, die dabei mittels des Armes *k* an einem an *Y* festgeschraubten Arme k_1, aufgehängt ist. Daher ist auch die letztere Art der Bewegungsübertragung in beschränkterem Gebrauche als die erstere.

Fig. 448.

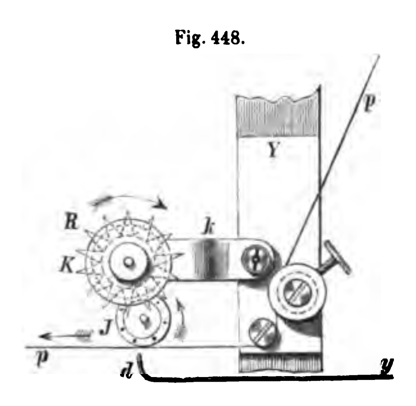
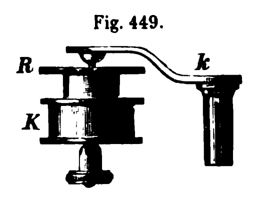


Fig. 449.



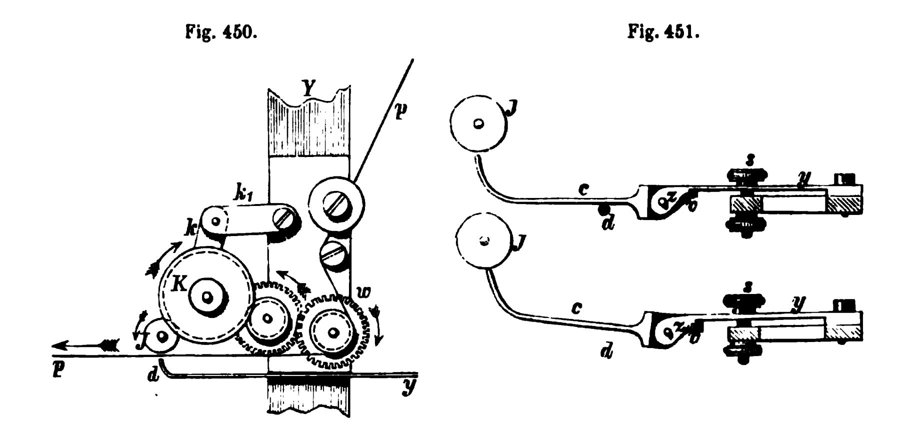
Giebt man der Farbwalze einen etwas grösseren Durchmesser, etwa 40 mm anstatt der üblichen 25 mm, so dreht sich dieselbe ohne alle Uebersetzung, einfach durch die Reibung des Schreibrädchens *J* eben so leicht und fasst überdies mehr Farbe. Daher hat G. Hasler in Bern bei neueren Apparaten wieder diese Art der Farbübertragung angewendet.

Der Papierstreifen *p* läuft von einer Rolle T_1 ab, welche auf einen Dorn an dem Rollenträger *Y* aufgesteckt ist. In den oben am Rollenträger sichtbaren gabelförmigen Nummernträger Y_1 wird die Dienst-Nummer des Apparates eingesteckt; mit dieser Nummer wird behufs

der Controle auch die Papierrolle überschrieben. Die Gabel t, welche fingerartig um die hintere der beiden auf Y aufgesteckten Papierscheiben, den Aufwinder T_2, herumgreift, erleichtert das Aufwinden des ablaufenden Papierstreifens auf den Aufwinder mit der Hand und verhütet, dass der Streifen sich seitwärts bewegen kann; diese Gabel ist in einer Führung auf der Scheibenaxe verschiebbar; verschiebt man sie nach links, so kann die äussere Scheibe des Aufwinders losgeschraubt und die beschriebene Rolle abgenommen werden.

Der Hebel Z, welcher die obere Walze P_2 des Papierzuges trägt, dient zugleich der Abführung des Streifens; die Axe des Hebels Z sowohl, wie der an ihrem linken Ende eingeschraubte Griff treten nämlich eben so weit über die Fläche des Hebels Z vor, wie die Walze P_2, und bieten dem Streifen p eine Stütze. Bei dieser Art der Abführung

Fig. 450. Fig. 451.



des Streifens lässt sich die Schrift besser ablesen, als wenn der Streifen sich sofort auf den Tisch herabsenkt.

Die Zuführung des Streifens zu dem Papierzuge und dem Schreibrädchen regeln zwei auf einem Stifte verstellbare Rondellen. Jeder Streifen wird dreimal benutzt: zweimal wird er auf seiner einen Seite seitwärts von der Streifenmitte und ein drittes mal auf seiner andern Seite in der Mitte beschrieben; jede Benutzung erfordert daher eine andere Stellung der Rondellen auf ihrem Stifte.

Auch an diesem Farbschreiber ist ein Knickhebel angebracht worden, wenn derselbe für die Verwendung sowohl in Arbeitsstromlinien, als auch in Ruhestromlinien geeignet gemacht werden sollte. Die dazu gewählte Anordnung gleicht im wesentlichen der am deutschen Normalfarbschreiber, welche auf S. 433 unter Bezugnahme auf Fig. 356 besprochen worden ist, und wird aus Fig. 451 um so leichter verständlich

sein, da in Fig. 451 die betreffenden Theile mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet sind, wie in Figur 356.

Ausserdem ist auch durch G. Hasler und A. Escher in Bern die aus Fig. 452 ersichtliche Anordnung[43]) an schweizerischen Farbschreibern angebracht worden, um dieselben für Ruhestrom- und Arbeitsstrombetrieb zugleich dafür verwendbar zu machen, dass man die Möglichkeit beschafft, den Anker für den Ruhestrombetrieb unterhalb, für den Arbeitsstrombetrieb oberhalb des Ankerhebels, und so zugleich im erstern Falle unterhalb, im zweiten dagegen oberhalb der Polschuhe p_1 und p_2 des Elektromagnetes E zu befestigen. Der Elektromagnet lässt sich mittels der Schraube S höher und tiefer stellen. Vgl. Journal télégraphique, 3, S. 104 und 123. — Diese Anordnung hat sich besser bewährt, als der Knickhebel, bei welchem das Scharnier die Empfindlichkeit des Apparates beeinträchtigt, weshalb auch der Knickhebel in der schweizerischen Verwaltung durch die Hasler'sche Anordnung ersetzt worden ist.

Fig. 452.



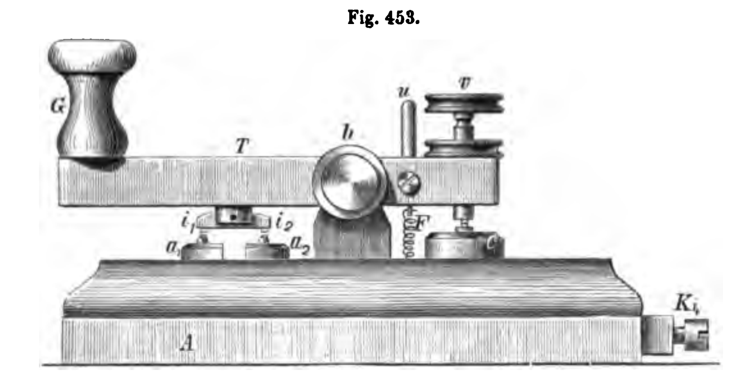
XLVII. **Der Doppeltaster.** Soll in einer Zwischenstation eine gemeinsame Linienbatterie für mehrere Leitungen zugleich verwendet werden, so kann dies durch Benutzung von Doppeltastern mit der in Fig. 453 dargestellten Einrichtung ereicht werden. Bei denselben ist der Arbeitscontact in zwei Theile a_1 und a_2 aufgelöst, welche beim Niederdrücken des Tasterhebels T durch das an demselben angebrachte Metallstück i_1 i_2 mit einander leitend verbunden werden. Wird nun der eine Pol der Batterie, deren zweiter Pol an Erde liegt, an die etwa mit a_1 verbundene Klemme K_4 geführt, wird ferner der eine Zweig einer durchgehenden Leitung in gewöhnlicher Weise (vgl. Fig. 301 auf S. 369) an die Tasteraxe b gelegt und von dem zweiten Zweige dieser Leitung an der Eintrittsstelle desselben in den Elektromagnet des Schreibapparates, dessen zweites Rollenende in gewöhnlicher Weise mit dem Ruhecontacte c zu verbinden ist, noch ein Draht nach a_2 geführt, so entsendet der niedergedrückte Tasterhebel in jeden Leitungszweig einen Zweigstrom der Linienbatterie. Zweckmässig wird es dabei allerdings sein, eine etwa vorhandene Ungleichheit in den Widerständen der beiden Leitungszweige durch Einschaltung künstlicher Widerstände zu besei-

[43]) Diese Anordnung hatte bereits ein von Siemens & Halske 1873 in Wien ausgestellter Morse für den Eisenbahndienst (vgl. Handbuch, 1, 504; 4, 228) und wird von Siemens & Halske auch jetzt noch angewendet.

tigen, damit die beiden Zweigströme gleiche Stärke erhalten und zwar gerade die für guten Betrieb erforderliche.

Denkt man sich in Fig. 453 den getheilten Contact a_1, a_2 durch einen einfachen ersetzt und die Klemme K_4 weggelassen, die Anzahl der Klemmen an der hintern Fläche des Grundbretes A des Tasters also auf drei beschränkt, so hat man ein Bild von dem gewöhnlichen schweizerischen Taster. Die in Fig. 453 dem Beschauer zunächstliegende der drei Klemmen dieses Tasters ist mit dem Arbeitscontacte, die hinterste mit der Tasteraxe b und die mittlere mit dem Ruhecontacte c verbunden.

Fig. 453.



14. *Farbschreiber für gedrängtere Morseschrift von Siemens & Halske.*

XLVIII. **Engere Schreibweise der Morsezeichen.** Da die Morseschrift an Länge jede andere telegraphische Schriftart weit übertrifft, so hat sich vielfach das Bedürfniss geltend gemacht, die Schrift des Morse räumlich gedrängter und übersichtlicher herzustellen. Die Länge der Morseschrift ist zwar bis zu einem gewissen Grade in ihrem Wesen begründet, d. h. in der Zusammensetzung der Zeichen nur aus Punkten und Strichen in einer fortlaufenden Zeile. Bei genauerer Prüfung wird man aber — wie F. v. Hefner-Alteneck in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins am 19. Mai 1885 eingehend auseinandergesetzt hat — finden, dass diese Schrift noch sehr verlängert wird durch die Art, in welcher sie die Farbschreiber darstellen, und die grosse Geschwindigkeit, welche der Papierstreifen dabei haben muss, damit die Zeichen genügend getrennt erscheinen.

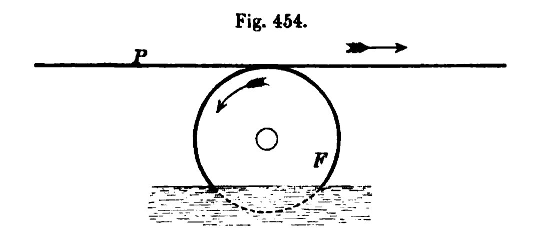
Bekanntlich ist die zur Zeit übliche Stellung des Farbrädchens (vergl. auch S. 428 und 436) derartig, dass die Bewegungsrichtung des Papierstreifens mit einer an den Umfang des Farbrädchens im Berührungspunkte gelegten Tangente zusammenfällt, wie dies Fig. 454 skizzirt.

Der Abstand zwischen dem Papier und dem Farbrädchen nimmt zu beiden Seiten des Berührungspunktes nur ganz allmälig zu. Dieser geringe Abstand rechts und links füllt sich durch Adhäsion bis zu einer beträchtlichen Breite mit Farbe aus, und dadurch wird die Länge eines Punktzeichens auch schon bei momentaner Berührung des Farbrädchens auf dem Streifen merklich gross. Der Papierstreifen muss demnach um so viel schneller fortbewegt werden, damit Platz und genügender Zwischenraum für das nächste Zeichen geschaffen wird.

Diese Verlängerung der Zeichen, welche sie schon bei der blossen Berührung des Farbrädchens an dem Papier erfahren, macht die Schrift auch undeutlicher. Denn die Verlängerung kommt sowohl den Punkten wie den Strichen als additionale Grösse hinzu und schwächt darum den charakteristischen Längenunterschied zwischen beiden, der bekanntlich nur durch die Dauer des Ankeranzuges und die dementsprechenden Bewegungsgrössen des Papiers bestimmt sein soll, wesentlich ab.

Es ist ferner aus Fig. 454 sofort erkennbar, dass die Lage des Be-

Fig. 454.



rührungspunktes zwischen Farbrädchen und Papier schon an und für sich ziemlich unbestimmt ist und in Folge dessen durch jede kleine Unebenheit im Papierstreifen die Zeichen merklich verschoben werden können[44]). Auch dies drängt zu einer Beschleunigung des Papierlaufes, damit bei dieser kleine Unregelmässigkeiten bei der Farbgebung weniger hervortreten.

Den Durchmesser des Farbrädchen recht klein zu machen, würde diese Uebelstände zwar vermindern, aber nicht beseitigen.

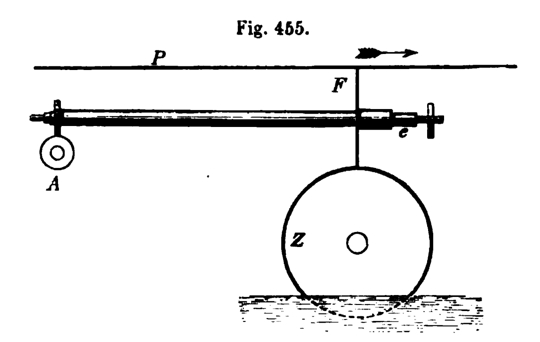
Bei der in Rede stehenden Stellung des Farbrädchens kann man durch etwaige Verbreiterung seines Randes über das gebräuchliche Mass hinaus die Schrift nicht wesentlich verdicken, ohne sie fleckig zu machen. Diese Feinheit der Schrift macht aber schon an und für sich eine gewisse Länge der Zeichen erforderlich, damit sie auch für schwache Augen genügend hervortreten.

---

[44]) Aus diesem Grunde ist man auch z. Th. wieder davon abgekommen, den Papierstreifen gegenüber dem Farbrädchen über eine Kante oder dünne Walze laufen zu lassen, weil daselbst leicht wellige Bewegungen des Streifens entstehen.

Diese Uebelstände lassen sich dadurch beseitigen, dass man das Farbrädchen so zum Papierstreifen stellt, dass seine Ebene normal zur Längsrichtung der Schrift zu stehen kommt, dass also die im Berührungspunkte zwischen Papier und Farbrädchen an den Umfang des letzteren gelegte Tangente nicht mehr mit der Bewegungsrichtung des Papierstreifens zusammenfällt, sondern senkrecht auf derselben steht, wie dies Fig. 455 zeigt. Dann ist in der Richtung der Schrift die Berührung zwischen Farbrädchen und Papier viel schärfer begrenzt als im ersten Falle (Fig. 454). Die Minimallänge der Punktzeichen ist ausserdem durch die Dicke des Farbrädchens bestimmt, welche man fast beliebig klein wählen kann. Die unsichere Begrenzung und die Verbreiterung der einzelnen Zeichen durch Adhäsionserscheinungen treten jetzt nicht mehr in der Längsrichtung der Schrift, sondern senkrecht dazu auf, wo erstere nicht schadet und letztere als Verdickung der Schrift erscheint und sehr willkommen ist.

Fig. 455.



Der Antrieb des Farbrädchens erforderte zwar eine geringe Umänderung des Laufwerkes, bot aber durchaus keine Schwierigkeit. Er geschieht mittels einer Schraube ohne Ende, die aus der Vorderwand des Laufwerkes hervortritt und in welche ein Zahnrädchen, das an einem Ende der Farbradaxe sitzt, eingreift, unbeschadet der geringen Auf- und Abbewegung des anderen Endes der Farbradaxe, welches das Farbrädchen trägt und an dem Schreibhebelende seine Lagerung findet.

Schwieriger war eine geeignete Farbgebung zu erreichen.

Je nach der gewählten Farbsorte ist dem Umfang des Farbrädchens eine begrenzte Menge Farbe zuzuführen. Es geht dies am einfachsten mittels einer Zwischenrolle, ähnlich wie bei dem Wheatstone'schen Schnellschreiber (vergl. S. 528). Bei quer gestellter Rolle würde man die Rinne in der Mantelfläche der Zwischenrolle entweder ganz weglassen oder ihr die Form einer flachen Hohlkehle geben, welche sich der quer über sie weglaufenden Kreisform des Farbrädchens anschliesst.

Indem man die Dicke der Zwischenrolle an ihrem Umfange verändert, kann man mehr oder weniger Farbe auf das Farbrädchen überführen lassen.

Um die Schrift einerseits noch breiter zu machen, andererseits auch in ihrer Breite schärfer zu begrenzen, lässt man zweckmässig das Papier gegenüber der Stelle, wo das Farbrädchen schreibt, in einer bestimmten Breite hohl aufliegen. Da dies gewöhnlich an der geriefelten Papierzugwalze geschieht, so erhält diese zu dem Zweck eine Rinne, ähnlich wie bei den Stiftschreibern, nur viel breiter.

Als Farbstoff hat sich Anilinfarbe, die man mit Spiritus, Glyzerin oder Wasser verdünnt, je nachdem ein mehr oder weniger schnelles Trocknen der Schrift erwünscht ist, am besten bewährt.

Diese Einrichtung ist an dem Normalschreiber (vergl. S. 428) angebracht worden. Die neu hinzugekommenen Theile sind mit Rücksicht darauf angeordnet, dass sie mit geringen Kosten an vorhandenen Farbschreibern der eben bezeichneten Construction nachträglich angebracht werden können. Besonders ist keine Versetzung einer vorhandenen

Fig. 456.

Laufwerkaxe erforderlich. Der langsamere Papierlauf ist dementsprechend einfach durch Verkleinerung der Zugwalze erzielt, und diese kann aus härterem Materiale (Aluminiumbronze oder dergleichen) gemacht werden, wenn man eine Abnutzung der verkleinerten Walze befürchtet; an Stelle der beweglichen Axe des Farbrädchens tritt die Axe der Zwischen-Farbscheibe. Die neu hinzukommende Schraube ohne Ende wird von einem Zahnrad aus getrieben, welches auf die sogenannte Steigradaxe aufgesetzt ist.

In Fig. 456 zeigt die erste Linie die Nachbildung einer mit Anilinfarbe erhaltenen Schriftprobe. Die in zweiter Linie abgebildete Schriftprobe ist dadurch erhalten, dass Oelfarbe an Stelle dünnflüssiger Anilinfarbe in demselben Apparate benutzt wurde. Man erzielt sie auch ähnlich, wenn man Anilinfarbe mit Glycerin uud relativ weniger Wasser etwas dickflüssig anmacht. Es könnte vielleicht als Vortheil geltend gemacht werden, dass in dieser zweiten Zeile die Punktzeichen von den Strichzeichen sich nicht nur durch ihre Länge, sondern auch ihre Form unterscheiden. Uebrigens kann man auch für Oel- oder dick-

flüssigere Farbe die Schrift der ersten Art erzielen, wenn man den Grad der Farbzuführung nach dem Farbrädchen und auch den Durchmesser oder die Umlaufzeit des letzteren danach abstimmt.

Zum Vergleiche ist in der dritten Zeile die Schrift eines gewöhnlichen Normalfarbschreibers, welcher in den gleichen Stromkreis mit dem die Probe erster und zweiter Zeile liefernden abgeänderten Farbschreiber eingeschaltet war, abgebildet. Das Verhältniss der Zeichenlängen entspricht also unmittelbar der Schnelligkeit der Papierläufe, die sich ungefähr wie 1 zu $2\frac{1}{2}$ verhalten.

15. *Eser's Farbschreiber.*

XLIX. Zum Schluss sei noch ein kürzlich in Vorschlag gebrachter Farbschreiber erwähnt, welcher die Morsezeichen zwar in einer Zeile entlang des Streifens schreiben, dabei jedoch jedes einzelne Schriftzeichen normal zu der Längsrichtung des Streifens stellen soll. Die Schrift gleicht dabei äusserlich der (eigentlich zweizeiligen) neueren Schrift des Doppelschreibers von Estienne (vergl. S. 467), ist jedoch zufolge ihrer ganz eigenartigen Erzeugungsweise grundsätzlich von ihr verschieden.

Für Wilibald Eser in Neu-Szöny in Ungarn ist für Deutschland unter No. 31494 vom 26. August 1884 ein „Morseapparat mit lateral gestellten Schriftzeichen“ patentirt worden. In demselben liegt die Axe des vom Laufwerk in beständiger Umdrehung erhaltenen und von einer darüber liegenden Farbwalze mit Farbe gespeisten Schreibrädchens parallel zur Streifenrichtung. Damit nun aber Zeichen von verschiedener Länge quer über dem Streifen geschrieben werden können, wird dem beim Schreiben an das Schreibrädchen herauf bewegten Papierstreifen beim jedesmaligen Schreiben eine Bewegung querüber unter dem Schreibrädchen ertheilt und dafür gesorgt, dass die Dauer dieser Bewegung mit der Dauer der jedesmaligen Ankeranziehung übereinstimmt. Dieser Gedanke ist in folgender Weise durchgeführt worden.

Die Papierführung bilden vier zu beiden Seiten des Schreibrädchens paarweise übereinander liegende Führungswalzen. Das eine Paar dient als Papierzug; es kann durch Zahnräder vom Triebwerke aus in Drehung versetzt werden und zieht dann den Streifen vorwärts. Das emporgehende Ende des Ankerhebels des Elektromagnetes drückt mit einem passend geformten, verstellbaren Stempel den zwischen den beiden Walzenpaaren straff liegenden Theil des Streifens an das Schreibrädchen an, wirkt aber zugleich auch mittels eines Winkelhebels verschiebend auf eine vom Triebwerk in beständiger Umdrehung erhaltene Hülse, welche auf ihrer Axe in deren Längsrichtung verschiebbar ist und an

ihren beiden Enden eine Klauenkuppelung mit sehr feiner Zahnung besitzt.

Beim Emporgehen des Stempels wird die Hülse nach rückwärts verschoben; daher kommt die hintere Kuppelung in Thätigkeit und überträgt die Bewegung mittels eines Kegelräderpaares und eines Zahnrades mit Zahnstange auf einen Rahmen, welcher nun die Papierführungswalzen auf ihren Axen verschiebt, und zugleich mit ihnen den Papierstreifen unter dem Schreibrädchen. Diese Verschiebung dauert so lange, als die Kuppelung bestehen bleibt, also so lange, als der Telegraphirstrom dauert und der Anker angezogen bleibt.

Fällt darauf der Anker ab, so senkt sich der Stempel und das Schreiben hört auf. Da aber beim Abfallen des Ankers zugleich die Hülse auf ihrer Axe nach vorn zurückgeschoben wird, so kommt jetzt die zweite Kuppelung in Thätigkeit; diese versetzt die Papierzugwalzen in Umdrehung und zieht durch sie den Papierstreifen in seiner Längsrichtung fort. Zu gleicher Zeit strecken sich ferner die vier um die Axen der vier Führungswalzen gewickelten und bei der ersten Verschiebung durch Zusammendrücken gespannten Spiralfedern und führen den Rahmen nebst den vier Führungswalzen und den Streifen in ihre Ruhelage zurück, wobei der Rückschlag durch vier Gummischeiben geschwächt wird.

In der von diesem Schreibapparate, welcher in seiner Ausführung und in seinem Betriebe auf einige Schwierigkeiten stossen dürfte, erzeugten Schrift würden die Worte „Elektrotechnischer Verein" sich so darstellen:

Die Schrift des Eser'schen Apparates könnte eine einzeilige Schrift genannt werden, bei welcher jedes Elementarzeichen eine Zeile für sich bildet, und hätte hiernach eine gewisse Verwandtschaft mit der Schrift des Meyer'schen Telegraphen (vergl. S. 408, Anm. 1); wie bei letzterer nicht zwei auf einander folgende Buchstaben zusammenlaufen können oder ein Buchstabe zerrissen und in zwei Buchstaben aufgelöst werden kann, so können auf Eser's Apparate nicht zwei Elementarzeichen verschmelzen oder eins in zwei aufgelöst werden. Vielleicht ist es auch möglich, die Erzeugung einer solchen Schrift wesentlich zu vereinfachen, wenn man die Schrift mittels eines an einem Winkelhebel angebrachten und durch denselben mittels eines Excentriks quer über den Streifen hin und her bewegten Schreibrädchens hervorbringen würde, wie es ja auch bei Meyer's Telegraphen versucht worden ist.

§. 24.
Die Klopfer.

I. **Die Sprache der Klopfer.** Dem Ohre vernehmbare (vgl. S. 353) telegraphische Elementarzeichen lassen sich auf zwei verschiedene Weisen mittels eines bez. mehrerer tönender Körper hervorbringen. Will man auf die Benutzung mehrerer tönender Körper eingehen, so wird man solche von ausgeprägter Verschiedenheit in der Tonhöhe oder in der Klangfarbe wählen. Doch auch von blos einem tönenden Körper lassen sich zwei Elementarzeichen gewinnen, weil das Ohr es deutlich zu unterscheiden vermag, ob der gegen diesen Körper anschlagende und dessen Tönen verursachende Klöppel oder Hammer sich nach dem Schlage sofort wieder von ihm entfernt, oder einige Zeit an ihm liegen bleibt; im erstern Falle klingt der Ton hell, im letztern gedämpft. Zudem wird die Rückbewegung des Klöppels durch eine Anschlagschraube begrenzt und sein Anschlagen gegen diese erzeugt einen Ton, welcher von jenem des tönenden Körpers merklich verschieden ist; die zeitliche Entfernung beider Töne bietet daher ein weiteres Merkmal zur Unterscheidung der langen Zeichen von den kurzen.

Mehr als zwei tönende Körper kommen nicht zur Verwendung und überdies pflegt man jeden der beiden Körper nur zum Hervorbringen eines Elementarzeichens zu verwenden[1]). Mit den zwei Elementarzeichen, welche sonach in dem einen, wie in dem andern Falle zur Verfügung stehen, wird mit Vorliebe auch hier (vgl. S. 410 und 411) das Morse-Alphabet nachgeahmt.

Je nach ihrer Sprache lassen sich hiernach zwei Arten von Klopfern unterscheiden. Die helle und gedämpfte Töne verwendenden schliessen sich eng den Morse-Schreibapparaten (vgl. S. 414) an, in besonderen den Stiftschreibern, welche ja — beim Lesen nach dem Gehör — vielfach nach Art der Klopfer benutzt worden sind und leichter als die Farbschreiber so benutzt werden können. Die Klopfer dagegen, welche Töne von verschiedener Höhe (oder verschiedenem Klange) verwenden, sind in ihrer Schrift und ihrer ganzen Einrichtung den Nadeltelegraphen[2]) nahe verwandt. Klopfer der letztern Art (bells) sind nur in England in Gebrauch. Die Morse-Klopfer (sounders) sind

---

[1]) Anders war dies bei der in Oesterreich gebräuchlichen Form des Bain'schen Nadeltelegraphen, welche ja auch vier hörbare Elementarzeichen liefern konnten; vgl. Bd. 1, S. 186.

[2]) Es wäre indessen an die im 1. Bd. S. 192 besprochene Benutzung des Nadeltelegraphen von Henley und Foster zum Geben von kurzen und langen Zeichen zu erinnern. Vgl. auch Anm. 1.

schon frühzeitig in Amerika aufgekommen, sie werden daselbst vorwiegend in den grösseren Aemtern in den Vereinigten Staaten und in Canada ausschliesslich für die Morsetelegraphie benutzt, haben indessen in jüngster Zeit auch in England sich stark ausgebreitet[3]).

In sehr einfacher Weise lassen sich auch Telephone als den Klopfern gleichstehende Empfänger für Morsezeichen verwenden. Wenn dies beabsichtigt wird, so kann ein Geber von entsprechender Kleinheit gleich mit in dem Gehäuse des Telephons untergebracht werden, in einer verwandten Anordnung, wie diejenige, welche Fein bei seinen Telephonen bezüglich der Ein- und Ausschaltung der Rufapparate getroffen hatte. Vgl. Handbuch, **4**, 104.

Die Klopfer haben mit den anderen Sprechtelegraphen[4]) das gemein, dass sie keine bleibenden Zeichen liefern. Vor den Nadeltelegraphen besitzen indessen die Klopfer den grossen Vorzug, dass sie hörbare Zeichen geben, und dass deshalb der nehmende Beamte — wie dies bei den Nadeltelegraphen erforderlich ist, sofern nicht ein Wecker mit verwendet wird — nicht nöthig hat, die Augen beständig auf die Nadel gerichtet zu halten, während nicht telegraphirt wird. Gegenüber den Schreibtelegraphen zeigen die Klopfer nicht nur grössere Einfachheit, welche übrigens dadurch noch werthvoller wird, dass mit dem Wegfall gewisser Theile zugleich die in ihnen liegenden Fehlerquellen verschwinden, sondern es ist bei ihnen auch die Telegraphirgeschwindigkeit nicht bedingt durch die Ablaufgeschwindigkeit des Papierstreifens; die aus den hörbaren Zeichen gebildete Sprache bleibt vielmehr bei hinreichender Uebung des nehmenden Beamten noch bei Geschwindigkeiten deutlich zu verstehen, bei welchen die gewöhnlichen Morse-Schreibtelegraphen auf dem Streifen nur einen zusammenhängenden Strich verzeichnen. Ausserdem behält der nehmende Beamte bei den Klopfern noch Augen und Hände für das Niederschreiben des Telegramms vollkommen frei.

II. **Brights Klopfer mit Relais.** Der von der englischen Tele-

---

[3]) 1869 gab es in England noch keinen Klopfer, 1880 über 1500 und Ende 1882 bereits 2000. Vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, 1883, S. 228. — Die bevorstehende Einführung des six-pence-Tarifs hat die englische Verwaltung veranlasst, u. a. auch 350 Klopfer für einfachen Betrieb und 300 für Gegensprechen anzuschaffen.

[4]) Vgl. S. 354. — Steinheil glaubte 1849 (vgl. Abhandlungen der Bayerischen Akademie 1850, Bd. 5, Abth. 3, S. 784) für die Klopfer allein die Benennung „Sprechapparate" in Vorschlag bringen zu sollen, „weil sie die Rede imitiren"; im §. 19, VI. (S. 352) wurde der Begriff „Sprechtelegraphen" weiter gefasst. — Es sei daran erinnert, dass bei den Nadeltelegraphen das Anschlagen der Nadel an die den Ausschlag begrenzenden Elfenbeinstifte ebenfalls die Ablenkungen hörbar machte; vgl. Handbuch, **1**, 174 und 181; **4**, 165. — Ueber das erste Lesen nach dem Gehör wird berichtet im Journal of the Telegraph, Bd. **10**, S. 243, 262 und 263.



graphenverwaltung benutzte[5]), schon 1855 für Charles Bright patentirte Glockentelegraph hat im wesentlichen noch die nämliche Einrichtung, in welcher er schon auf S. 194 des 1. Bandes beschrieben worden ist. Das Relais besteht aus zwei nebeneinander liegenden Stabelektromagneten mit 200 Ohm Gesammtwiderstand, welche an beiden Enden mit Polschuhen versehen sind; zwischen den beiden Polpaaren spielen zwei Stahlmagnete, welche durch Spiralfedern in einer Ruhelage gehalten werden, bis ein Strom je nach seiner Richtung den einen oder den andern an eine Contactschraube heranbewegt und dadurch einen Localstrom von 10 Daniell-Elementen durch den einen oder den andern von zwei Elektromagneten von je 40 Ohm Widerstand schliesst, worauf derselbe seinen Anker anzieht und mittels eines am Ende des einarmigen Ankerhebels sitzenden Klöppels einen Schlag auf einen tönenden Körper führt. Als tönende Körper sind aber nicht mehr verschieden gestimmte Glocken[6]) vorhanden, sondern zwei im Winkel gebogene Blechplatten — links eine solche von Stahl, rechts eine von Messing, — welche ganz die nämliche Form wie in dem in Fig. 464, S. 558 abgebildeten Klopfer und ein sehr bequemes Ablesen der „gedämpften" Zeichen gestatten; diese beiden Winkelbleche sind an zwei auf der Grundplatte des polarisirten Relais[7]) befestigten Bretchen in einiger Höhe über dem Relais und zu beiden Seiten desselben befestigt, in gleicher Höhe zwischen ihnen aber und hinter dem Relais ist auf einem Rahmen ein Nadeltelegraph von der in der englischen Verwaltung gebräuchlichen Einrichtung (vgl. §. 25, II.) angebracht, dessen die Nadel inducirende Magnete indessen nicht gerade, sondern rund gebogen sind, so dass das Ganze in einem cylindrischen messingenen Gehäuse untergebracht werden kann.

Als Geber sind bei diesem Klopfer die nämlichen in Verwendung wie bei den Nadeltelegraphen (vgl. §. 25, II.). Dieselben bestehen aus zwei von einander unabhängigen Hebeln, besitzen jedoch nicht die Einfachheit, welche in der Skizze Fig. 305 auf S. 371 angegeben ist, weil man sich bemüht hat Geber herzustellen, welche leicht beweglich sind und dennoch sichern Contact machen und thunlichst geräuschlos arbeiten. Die beiden Geber sind ferner so eingerichtet und eingeschaltet, dass die ankommenden und die fortgegebenen Ströme die Nadel bewegen, dass dagegen auf dem Klopfer nur die ankommenden Zeichen erscheinen.

---

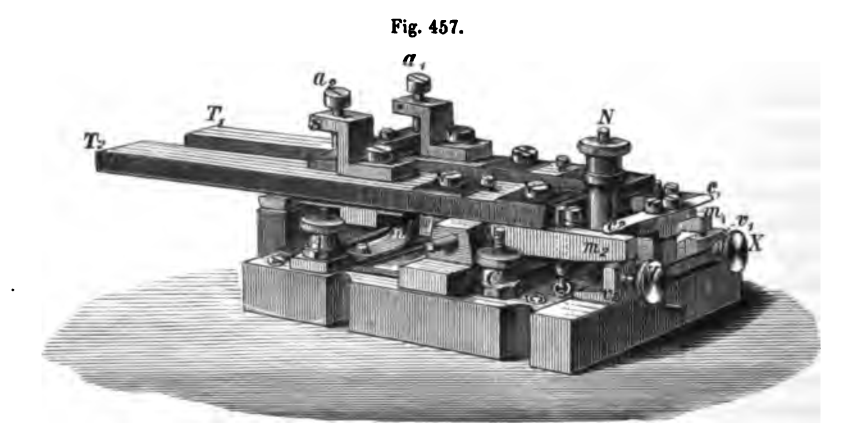
[5]) Zu Anfang des Jahres 1880 waren über 250 Stück im Betriebe.

[6]) Vgl. Preece and Sivewright, Telegraphy, S. 67.

[7]) Bei Rogers patentirtem Klopfer dient die Nadel gleich als Relais für zwei Hufeisen-Elektromagnete, deren Ankerhebel einfach auf Stellschrauben aufschlagen. Vgl. Telegraphic Journal, Bd. 8, S. 133.

Der vorwiegend benutzte Geber (tapper) ist — nach Telegraphic Journal, Bd. 8, S. 22 und 66 — in Fig. 457 abgebildet, während Fig. 458 seine Einschaltung skizzirt. Er besteht aus zwei Ebonittasten T_1 und T_2, welche bei den Nadeltelegraphen aus dem den Empfänger und zugleich den Geber umschliessenden Kästchen vorstehen (vgl. Fig. 478), wogegen bei der Verwendung für den Klopfer der Geber in einem besonderen Holzkästchen mit Glasdeckel untergebracht und auf dem Apparattische festgeschraubt wird. Nach dem freien Ende hin, ist auf jede Taste ein Messingwinkel a_1 bez. a_2 angeschraubt, mit einer Schraube, deren Muttergewinde sich in einem unter die Taste gelegten Messingstücke befindet; in dem Winkel sitzt ferner eine Contactschraube mit platinirter Spitze und unter den beiden Contactschrauben befindet sich eine Contactfeder, welche mit ihrem mittle-

Fig. 457.

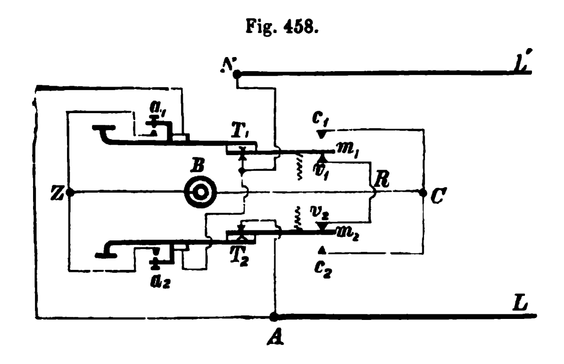


ren Theile so auf einem Messingstücke festgeschraubt ist, dass ihre beiden nach oben gebogenen Enden frei unter den Contactschrauben liegen und von letztern an einer mit Platin belegten Stelle berührt und etwas durchgebogen werden, wenn die Tasten niedergedrückt werden. Der Niedergang der Tasten wird begrenzt durch einen Holzblock, welcher auf seiner obern Fläche mit Filz belegt ist. An dem rückwärtigen Ende ist unten an jeder Taste mittels zweier Schrauben, unter deren Köpfe quadratische Unterlegscheiben aus Messing gelegt sind, ein Messingstück m_1 bez. m_2 befestigt; durch dieses Messingstück geht eine Stahlaxe hindurch, welche ihre Lagerung in einem Messingbocke findet; die beiden Böcke sind auf einer Grundplatte aus Teakholz festgeschraubt und überdies durch eine zwischen beide gelegte Ebonitplatte gegen einander isolirt. Jedes dieser Messingstücke wird durch eine regulirbare Feder, welche durch sein vorderes, im Grundrisse trapezförmiges Ende

hindurchgeht, auf einen Messingblock v_1 bez. v_2 aufgedrückt. Durch die Trapezform ist zwischen m_1 und m_2 bequemer Raum beschafft für einen Messingträger, auf welchen die Contactfeder $c_1\,c_2$ aufgeschraubt ist; mit letzterer machen die Stücke m_1 und m_2 Contact, wenn beim Telegraphiren die Taste T_1 bez. T_2 niedergedrückt wird, wobei ja m_1 bez. m_2 emporgeht.

Der Kupferpol der Batterie B wird nach der Klemmschraube C geführt, welche durch einen Messingstreifen mit dem die Feder $c_1\,c_2$ tragenden Messingstücke verbunden ist; der Zinkpol wird an eine in Fig. 457 nicht sichtbare, C gegenüber hinter T_1 liegende Klemme Z gelegt, von der ein Messingstreifen nach dem Messingblocke läuft, worauf die unter den Winkeln a_1 und a_2 liegende Contactfeder befestigt ist. Der Leitungszweig L ist an die Klemme A geführt, von der aus ein

Fig. 458.



Messingstreifen nach der Axe von T_2 und eine gebogene Messingfeder nach dem Winkel a_1 gehen. Diese drei Klemmen tragen auf Elfenbeintäfelchen die Buchstaben C, Z und A. Eine vierte Klemme N ist in gleicher Weise mit der Axe von T_1 und dem Winkel a_2 verbunden; von ihr führt ein Draht[8]) durch die Windungen einer Magnetnadel hindurch nach dem Leitungszweig L'. Zwischen die in den Blöcken v_1 und v_2 sitzenden Klemmschrauben X und Y endlich ist (bei R, Fig. 458) das Relais für die beiden Klopfer-Elektromagnete und ein Blitzableiter eingeschaltet. Bei den Nadeltelegraphen, bei denen ja das Relais R nicht vorhanden ist, werden die Schrauben X und Y blos dazu benutzt, um mittels eines durch sie auf die Blöcke v_1 und v_2 aufgeschraubten Messingstreifens diese Blöcke leitend mit einander zu verbinden.

[8]) In diesen Draht ist bei den Nadeltelegraphen zugleich der Blitzableiter eingeschaltet, welcher mit einer Kurbel zur Kurzschliessung der Nadelwindungen, und eines Theiles des Blitzableiters versehen ist. Vgl. §. 25, I und Fig. 475.

Hiernach ist, so lange beide Tasten ruhen die Leitung LL' geschlossen und in sie sowohl das polarisirte Relais R als die Nadel eingeschaltet. Wird die Taste T_1 niedergedrückt, so geht der Strom von C aus über C_1 und N durch die Nadelwindungen in den Leitungszweig L', von Z aus über a_1 und A in L. Wird T_2 gedrückt, so wird ein Strom von der entgegengesetzten Richtung entsendet. Beim gleichzeitigen Drücken beider Tasten würde die Telegraphirbatterie B kurz geschlossen werden.

Neben diesem vorstehend beschriebenen Geber war 1880 auch noch ein älterer, von E. Highton herrührender und von der Magnetic Telegraph Company in ausgedehnter Weise benutzter Geber (Highton's tapper) in grösserer Anzahl bei der englischen Telegraphenverwaltung in Gebrauch; derselbe ist nach Telegraphic Journal, Bd. 8, S. 47 und 67 in Fig. 459 abgebildet, seine Wirkungsweise aber durch die Skizze

Fig. 459.

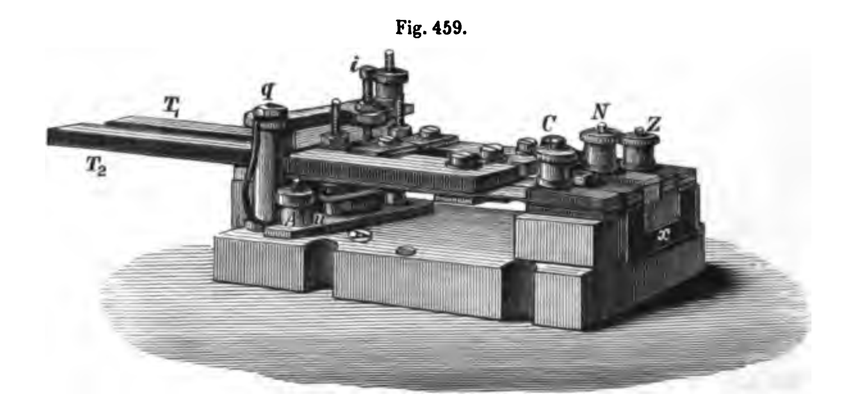
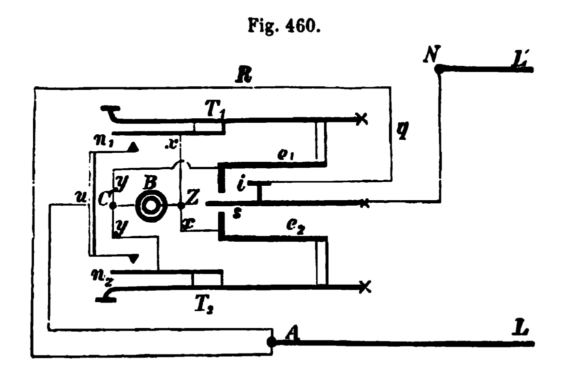


Fig. 460 erläutert. In ihm ist blos eine bewegliche Contactfeder vorhanden. Die beiden Ebonittasten T_1 und T_2 desselben sind durch je zwei flache messingene Federn, welche die Stelle der Drehaxen vertreten, an einem Holzklötzchen befestigt. Die beiden Federn laufen an der Unterseite jeder Taste isolirt neben einander hin; in Fig. 460 sind dieselben durch n_1 und e_1, n_2 und e_2 angedeutet; die beiden inneren e_1 und e_2 sind etwas kürzer, als die äusseren n_1 und n_2, und stehen jede mit einem auf der obern Seite der Tasten liegenden, vorspringenden Messingplättchen in leitender Verbindung, das auf der Unterseite mit Platin belegt ist und beim Niederdrücken der Taste mit einer unter ihm liegenden breiten Stahlfeder s in Berührung tritt, dieselbe nach unten durchbiegt und von der Contactschraube i entfernt. Die Feder s ist zwischen den anderen vier Federn auf demselben Holzklötzchen befestigt und steht über die Klemmschraube N mit den Umwindungen

der Magnetnadel und dem Leitungszweige L' in Verbindung. Die beiden links liegenden Federn n_1 und e_2 sind durch einen winkelförmigen Messingstreifen x mit einander leitend verbunden und durch einen von der Klemme Z ausgehenden Draht mit dem Zinkpole der Telegraphirbatterie B, deren Kupferpol an die Klemme C geführt und durch einen auf der Innenseite des Holzklötzchens liegenden ähnlichen Messingstreifen y mit den beiden rechtsliegenden Federn e_1 und n_2 in Verbindung gesetzt ist. Jede der beiden äusseren Messingsfedern n_1 und n_2 ist an ihrem freien Ende mit einer durch die Taste hindurchgehenden Contactschraube versehen; diesen Contactschrauben gegenüber liegen die beiden nach oben gebogenen Enden einer mit ihrer Mitte unter den beiden Tasten auf einem Messingstücke festgeschraubten Contactfeder; beim Niederdrücken einer Taste macht daher nicht nur e_1 bez. e_2 Contact mit der Feder s, sondern zugleich auch n_1 bez. n_2 Contact mit die-

Fig. 460.



ser Contactfeder, von welcher durch die jenes Messingstück tragenden Schiene u mittels der Klemmschraube A eine Verbindung nach dem Leitungszweige L hergestellt ist. Während nun bei Benutzung dieses Gebers für Nadeltelegraphen einfach die Klemme A noch durch einen Draht q mit der Contactschraube i zu verbinden ist, wie dies Fig. 460 sehen lässt, wird in diesen Draht der Blitzableiter und das polarisirte Relais R eingeschaltet, wenn der Geber beim Klopfer Verwendung finden soll.

Es ist hiernach leicht zu erkennen, dass beim gleichzeitigen Niederdrücken beider Tasten T_1 und T_2 die Telegraphirbatterie B wieder kurz geschlossen werden würde, während bei ruhenden Tasten die an der Schraube i liegende Feder s die beiden Leitungszweige L und L' durch das Relais R und die Nadelwindungen hindurch mit einander verbindet. Wird T_1 allein niedergedrückt, so geht der Strom von C aus über

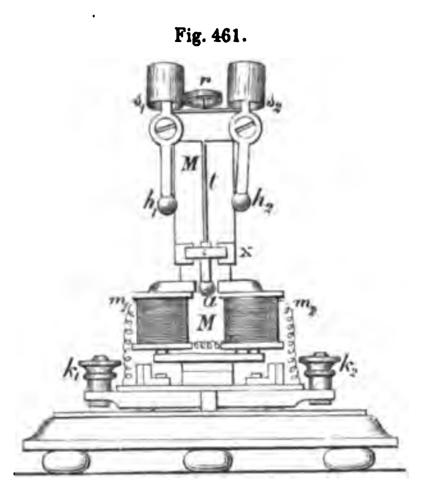
y, n_2, u und A in den Zweig L, von Z aus über x, e_2, s und N in den Zweig L'. Beim Niederdrücken von T_2 durchläuft der Strom der Batterie B in entgegengesetzter Richtung die Leitung LL'.

III.. **Brights Klopfer ohne Relais** ist zugleich Nadeltelegraph. Bei der im Telegraphic Journal, Bd. **9**, S. 58 beschriebenen älteren Form sitzt der Hufeisen-Elektromagnet mit seinen Kernen auf dem untern Pole eines]-förmigen Stahlmagnetes. In die oberen Kernenden desselben sind als Polschuhe weiche Eisenstücke eingeschraubt, deren Entfernung sich mittels eines durch Löcher im Gehäuse aufzusteckenden Schlüssel reguliren lässt. In dem obern Pole des Stahlmagnetes ist ein weicher Eisenanker gelagert und ragt zwischen die Polschuhe herab. Die Fortsetzung des Ankers nach oben zu bildet ein längeres Aluminiumstäbchen, das durch einen Aluminiumdraht mit dem einen Ende eines auf eine horizontale Axe aufgesteckten Hebels verbunden ist; das auf dem andern Arme des Hebels befindliche, stellbare Gegengewicht wird den Anker bei stromloser Leitung in seiner Mittellage erhalten. Ein leichter, um ein Axe an seinem Ende beweglicher, horizontal liegender Arm liegt auf zwei Stiften auf, welche aus einer am Anker befestigten Platte und zwar zu beiden Seiten des Ankers hervorstehen, und verhindert das Schwingen des Ankers bei seinem Rückgange nach erfolgter Ablenkung. Von dem Aluminiumstäbchen aus werden die Ablenkungen des Ankers durch einen Mitnehmer auf einen vor dem Zifferblatte liegenden, auf einer besonderen, durch das Zifferblatt hindurchgehenden Axe sitzenden Zeiger übertragen. An dem Aluminiumstäbchen ist ferner ein links und rechts aus ihm vorstehendes Hämmerchen befestigt, das bei Ablenkung des Ankers nach links und nach rechts an zwei mittels Stahlplatten am Zifferblatte befestigte Schallkästchen aus Neusilber anschlägt, welche mit ihrer Oeffnung durch zwei Löcher im Zifferblatte hervortreten. Dieser Telegraph ist weit empfindlicher als andere Nadeltelegraphen; mit einer Batterie aus 10 Leclanché-Elementen hat er gut lesbare sichtbare Zeichen in einem Stromkreise von 20000 Ohm Widerstand gegeben, gut hörbare Zeichen noch bei 12000 Ohm Widerstand.

Dieser Telegraph hat (nach Engineering, Bd. **34**, S. 482) später die durch Fig. 461 erläuterte Einrichtung erhalten, welche ebenso wohl ein Telegraphiren mit gleich langen Strömen von verschiedener Richtung, wie mit kurzen und langen Strömen von einerlei Richtung gestattet; in letzterem Falle steht er den amerikanischen Klopfern ganz nahe. In dieser neuen Form des Bright'schen Telegraphen sind die massiven Ambose des gewöhnlichen Klopfers durch Röhren s_1 und s_2 aus Muntzmetall ersetzt und dabei sind die Töne hell, angenehm und weich, doch nicht nachklingend geworden, überdies ist der den Ham-

mer tragende Hebel so lang, dass der Empfangende ebenso bequem wie mit dem Ohr auch mit dem Auge das Telegramm aufnehmen kann. Die Spulen m_1 und m_2, welche mittels der Klemmschrauben k_1 und k_2 in die Leitung eingeschaltet sind, enthalten Eisenkerne, welche ebenfalls auf denselben Pol eines permanenten Magnetes M aufgesetzt sind und daher dem bei x gelagerten Anker a aus weichem Eisen den nämlichen Pol gegenüberstellen. Der Anker kann unporalisirt sein, ist aber gewöhnlich den Kernenden von m_1 und m_2 entgegengesetzt polarisirt, indem er mit seiner Axe auf den anderen Pol des Magnetes M aufgesetzt ist. Von der Axe x aus setzt sich der Anker a in einen leichten Aluminiumarm t nach oben zu fort, der am oberen Ende einen flachen Ring r aus Muntzmetall oder einem anderen sonoren Metalle trägt und zwischen den beiden Röhren s_1 und s_2 aus ähnlichem Metall hin- und hergeht und beim Antreffen an s_1 und s_2 Töne von verschiedener Höhe und Klangfarbe giebt.

Fig. 461.



Wird nun ähnlich wie bei den Nadeltelegraphen, mit Strömen von verschiedener Richtung telegraphirt, so steht a in seiner Ruhelage mitten zwischen m_1 und m_2, r steht mitten zwischen s_1 und s_2 und schlägt je nach der Stromrichtung nach links oder nach rechts aus. Wird dagegen wie beim Morse mit kurzen und langen Strömen von einerlei Richtung telegraphirt, so liegt r in seiner Ruhelage etwa an s_1 an (wie in der Abbildung) und schlägt durch die kurzen und langen Ströme stets an s_2. Die zugleich als Anschläge oder Stellschrauben dienenden Röhren s_1 und s_2 können übrigens mittels der Handgriffe h_1 und h_2 verstellt werden, wodurch man eine Verstellung der magnetischen Theile umgeht.

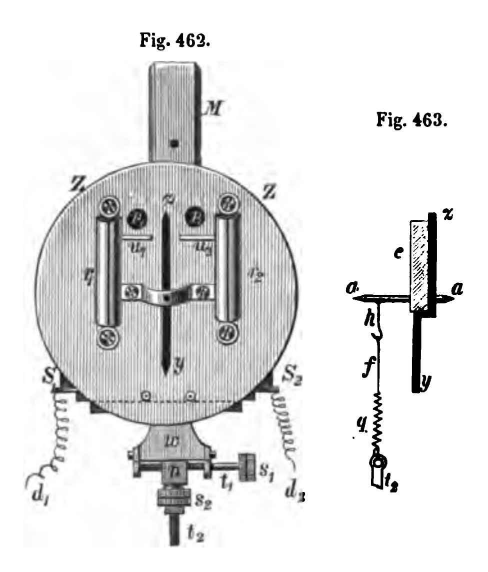
In einer anderen, im Engineering ebenfalls abgebildeten Form dieses Telegraphen eignet er sich besonders zur Benutzung als Relais. In dieser zweiten Form sind m_1 und m_2 wesentlich länger; a wird nicht durch sein Gewicht, sondern durch eine sich an sein unteres Ende anheftende und von der Fussplatte kommende Abreissfeder in seine Ruhelage zurückgeführt; die Polstücke von m_1 und m_2 sind verstellbar, damit man das Spiel des Ankers reguliren kann; der Hammer r und die Röhren s_1 und s_2 sind mit Platincontacten ausgerüstet. Mit einem solchen Telegraphen kann ebensowohl das Telegramm nach dem Gehör ablesen, als

mittels einer Lokalbatterie auch eine Niederschrift auf einem Schreibapparat erhalten.

Dieser Telegraph, der für Eisenbahnzwecke, für Feldtelegraphie[9]) und für Landpostämter dem gewöhnlichen Klopfer vorzuziehen sein soll, ist sehr empfindlich und arbeitet selbst auf schadhaften Leitungen noch gut, wenn der gewöhnliche Klopfer versagt.

Der abgebildete Telegraph arbeitet mit einem Leclanché-Element in einer Leitung von 2500 Ohm Widerstand oder etwa in 320 km oberirdischer Leitung. Der Widerstand seines Elektromagnetes beträgt etwa 400 Ohm, der Widerstand des Elektromagnetes in der Relaisform etwa 200 Ohm.

Fig. 462. Fig. 463.



IV. **Neales Klopfer.** Unter den von der englischen Post- und Telegraphenverwaltung 1881 in Paris und 1883 in Wien ausgestellten Klopfern befand sich auch Neales „acoustic dial“. Bei demselben sind die Elfenbeinstifte, welche in den gewöhnlichen Nadeltelegraphen die Bewegungen der Nadel bezw. des auf die Nadelaxe aufgesteckten Zeigers begrenzen, durch zwei metallene Aufhaltstifte u_1 und u_2, Fig. 462, er-

[9]) Auch andere Klopfer sind besonders für die Feldtelegraphie bestimmt, so z. B. Trouvés Taschenklopfer und der „Parleur“ von Gras, welche beide 1881 in der Pariser Ausstellung in der französischen Feldtelegraphen-Abtheilung vorhanden waren. Bei Letzterem lässt sich durch eine einfache Hebelbewegung die Umschaltung vom Arbeitsstrom auf Ruhestrom bewirken, bez. eine Mittel- oder Endstation auf Uebertragung einrichten. — Die Klopfer für die Feldtelegraphie und für ähnliche Zwecke zeichnen sich durch Kleinheit und gedrängtem Bau aus; vgl. auch Fig. 473.

setzt, welche von den beiden metallenen Schallröhren r_1 und r_2 aus sich nach dem zwischen ihnen liegenden Zeiger yz hin erstrecken. Die geschlitzten Röhren r_1 und r_2 sind jede mit zwei Schrauben auf der Vorderseite der Scheibe Z befestigt und haben verschiedene Wandstärke und deshalb verschiedene Tonhöhe. Hinter Z liegen die beiden Spulen S_1 und S_2 eines Hufeisen-Elektromagnetes, der mit seinen Polschuhen p_1 und p_2 durch die Scheibe Z hindurch tritt und das obere Zeigerende z umfasst. An der oberen Hälfte des Zeigers yz ist rückwärts, aber noch vor der Scheibe Z ein Stück weiches Eisen e, Fig. 463, befestigt. Das untere Ende des Stahlmagnetes M ist rechtwinklig umgebogen und gabelförmig gestaltet; es tritt mit seinen beiden Zinken ein wenig über die Scheibe Z vor und umschliesst mit denselben das untere Ende des von M polarisirten Eisenstückes e, durch welches die Axe a des Zeigers geht. Je nach der Stromrichtung in S_1 und S_2 lassen daher p_1 und p_2 den Zeiger yz gegen u_1 oder u_2 schlagen. An der Axe a ist ein Häkchen h angebracht, an welchem unter Vermittelung eines Seidenfadens f eine Spiralfeder q zieht, deren unteres Ende an der Spindel t_2 befestigt ist, so dass mittelst der Schraube s_2 die Spannung der Feder q regulirt werden kann; t_2 geht durch das Messingstück n unter dem die Scheibe Z tragenden Winkel w hindurch, n aber lässt sich mittels der Schraube s_1 nach Bedarf links und rechts verstellen und so jedes Bestreben des Zeigers, aus der vertikalen Stellung nach links oder rechts überzuhängen, korrigiren. Die beiden Spulen S_1 und S_2 haben zusammen 200 Ohm Widerstand. Bei richtiger Spannung der Feder q ist dieser Telegraph so empfindlich wie ein gewöhnlicher Nadeltelegraph. Vgl. Telegraphic Journal, **8**, 50.

V. **Der englische Morseklopfer**[10]) wird nur in beschränktem Masse benutzt. Der eine zeigt, wie Fig. 464 erkennen lässt, eine so grosse Verwandtschaft mit Bright's Klopfer (vgl. II.), dass er als eine „Hälfte" desselben erscheinen könnte. Das Relais, dessen Rollen etwa 400 Ohm Widerstand[11]) haben, besitzt blos einen Anker zwischen seinen Polen,

---

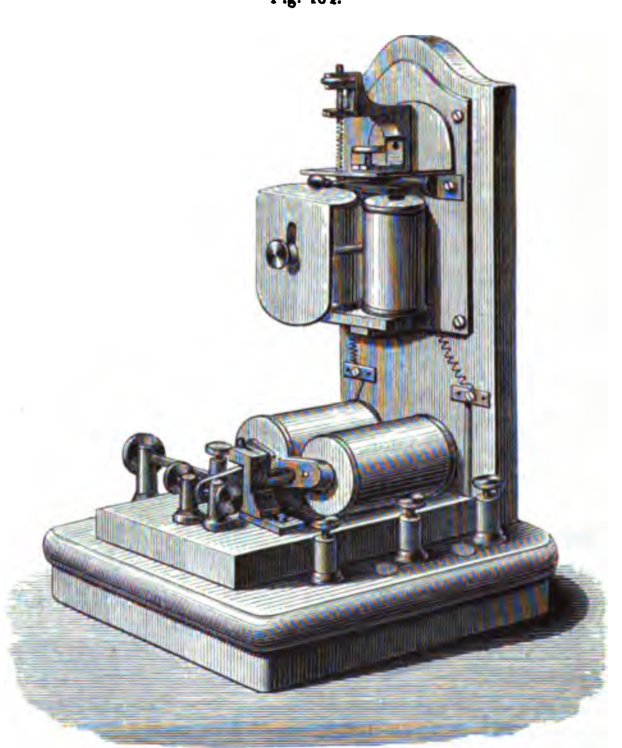
[10]) Derselbe ist im Telegraphic Journal, Bd. 8, S. 155 unter der eigenthümlichen Bezeichnung: the bell sounder beschrieben, während Culley (Handbook, S. 200) die Namen bell und sounder für die beiden Arten von Klopfern (vgl. I.) einander gegenübergestellt und Telegraphic Journal sonst diese beiden Arten von Klopfern in ganz der nämlichen Weise unterscheidet.

[11]) Auch die in der englischen Verwaltung üblichen nach amerikanischem Muster — vgl. Fig. 468 — gebauten Klopfer (zu denen auch die in Fig. 465 und 466 abgebildeten zu zählen wären) haben (nach Telegraphic Journal, 8, 155) 40 Ohm Widerstand, wenn sie mit Relais arbeiten, dagegen 300 Ohm, wenn sie, was nur selten geschieht, unmittelbar in die Linie eingeschaltet werden; in welchem Falle sie mit einer Stromstärke von 7 Milliweber arbeiten sollen. Diese Klopfer haben von der Ankerhebelaxe bis zum Ende des Trägers der oberen Anschlagschraube eine Gesammtlänge von nur etwa 10 cm.

stimmt aber in seiner sonstigen Anordnung auch mit dem Relais des Bright'schen Klopfers überein. Die Ruhecontactschraube des Relais ist soweit vorzuschrauben, dass der Anker nur einen sehr geringen Hub hat, weil sonst der Contact und die Zeichen unregelmässig werden; sie wird dann mit einer Pressschraube festgestellt. Der Klopfer, dessen Rollen nur 40 Ohm Widerstand besitzen, hat — abweichend von Bright's Klopfer — über dem Winkelbleche noch ein zweites Schallblech, und zwischen beiden bewegt sich der Hammer beim Arbeiten.



Fig. 464.



Einen anderen Morseklopfer, der in England in einigem Umfange bei unmittelbarer Einschaltung im Gebrauch ist, zeigt Fig. 465. Er befindet sich mit dem Galvanoskop auf gemeinschaftlichem Grundbrette und hat einen liegenden Elektromagnet, dessen Kerne — wie dies auch bei den ohne Relais arbeitenden englischen Farbschreibern der Fall ist — vor und zurück bewegt werden können. (Vgl. §. 23, 10.)

Endlich ist in Fig. 466 auf S. 560 aus Preece and Sivewright, Telegraphy, S. 57 ein Klopfer von sehr einfacher Anordnung in $\frac{1}{4}$ der

natürlichen Grösse abgebildet, welcher in England eine ausgedehnte Anwendung gefunden hat. Bei diesem Klopfer heftet sich die stellbare Abreissfeder *f* an den sehr kurzen, rechtsliegenden Arm des Ankerhebels an.

VI. **Edwards' Klopfer.** Der im Telegraphic Journal, Bd. 7, S. 411 beschriebene Klopfer des Oberingenieurs der englischen Staatstelegraphen J. R. Edwards in Liverpool, soll ohne Relais in die Leitung selbst eingeschaltet werden. Am untern, etwas kürzeren Schenkel eines an einer Säule befestigten Hufeisenmagnets ist drehbar ein weiches Eisenstück als Anker für einen unter ihm stehenden Stabelektromagnet an-

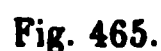
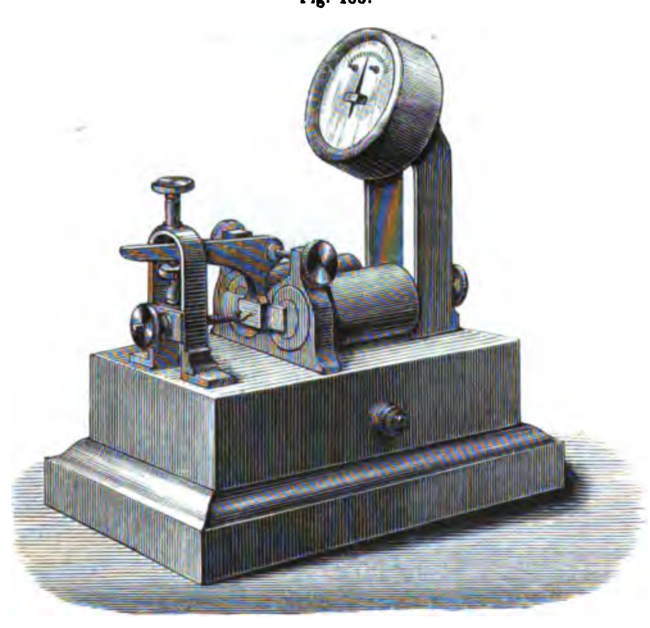


Fig. 465.



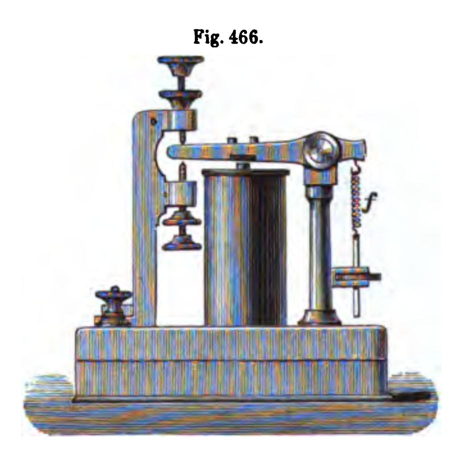
gebracht, dessen weicher Eisenkern mittels einer Schraube höher und tiefer gestellt werden kann. Am obern längern Schenkel des Hufeisens ist nach unten zu eine zweite Elektromagnetrolle angebracht; der weiche Eisenkern derselben besteht aus zwei Theilen, und es kann der obere Theil mittels einer Schraube in die geeignete Entfernung von dem untern, festliegenden Theile gebracht werden. Der Linienstrom kehrt die Pole des Kernes der obern Elektromagnetrolle um und diese lässt dann den Anker fallen, stösst ihn ab, während letzterer zugleich von der untern Rolle angezogen wird; auf diese Weise ist eine Abreissfeder entbehrlich und zugleich der Schlag des Messingstabes, welcher sich an den Anker

ansetzt, auf die auf das hohle Fussbrett aufgeschraubte Messingsäule kräftiger gemacht, die Lautwirkung daher verstärkt. Dieser Telegraph arbeitet mit Strömen von einer Richtung, noch besser mit Wechselströmen.

VII. **Die amerikanischen Klopfer** (vgl. auch Anm. 11) treten in ziemlich verschiedenen Formen auf, welche den wechselnden Ansichten darüber, wie die durch das Aufschlagen des Ankerhebels hervorgebrachten Töne am besten und deutlichsten dem Ohr wahrnehmbar gemacht werden können, Rechnung tragen. Wesentlich aber ist es immer, dass der Klopfer so gebaut werde, dass die von ihm erzeugten Töne möglichst klar sind, und dass er fest auf dem Apparattisch aufgeschraubt werde, damit die tönende Schwingungen dem letzteren mitgetheilt und von ihm wie von einem Resonanzboden verstärkt werden.

In Fig. 467 ist in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse ein Klopfer abgebildet,

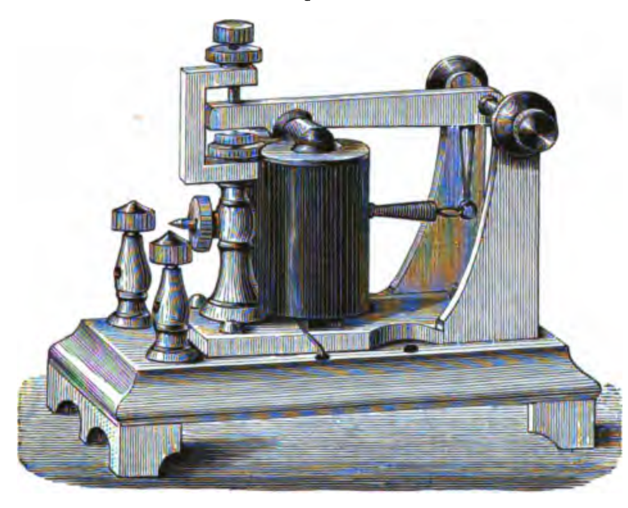
Fig. 466.



welcher von der Western Union Telegraph Company sehr viel benutzt wird. Derselbe befindet sich auf einem Grundbrete aus Mahagoni, das an beiden Enden Metallfüsse besitzt. Die Rollen sind aus isolirtem Kupferdraht (No. 24 der Birmingham Lehre) gewickelt und haben etwa 4 Ohm Widerstand; sie befinden sich in einer Hülle von polirtem vulcanisirten Kautschuk; als Localbatterie genügt gewöhnlich ein einziges Element. Die Klopfer und die Schreibapparate werden vorwiegend mit Relais und Localbatterie betrieben, seltener in die Linie selbst eingeschaltet. Soll letzteres geschehen, so wickelt man ihre Rollen, anstatt mit Draht No. 24, mit Draht No. 32 und 36 je nach der Länge und dem Widerstande der Leitung, in welcher sie arbeiten sollen. Im allgemeinen hält man es nicht für vortheilhaft, Schreibapparate auf eine Entfernung über 32 bis 48 km und Klopfer auf eine Entfernung über 80 km ohne Relais arbeiten zu lassen.

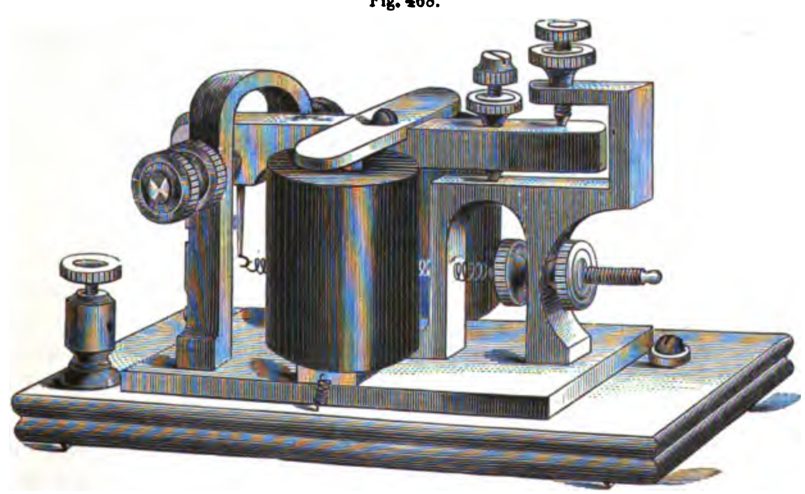
Einen anderen, sehr beliebten Klopfer, der namentlich in Eisenbahnstationen und sonstigen Oertlichkeiten, wo äussere Geräusche die

Fig. 467.



Zeichen des Telegraphen zu verdecken drohen, viel gebraucht wird, zeigt Fig. 468. Derselbe hat einen sehr schweren Ankerhebel, welcher

Fig. 468.

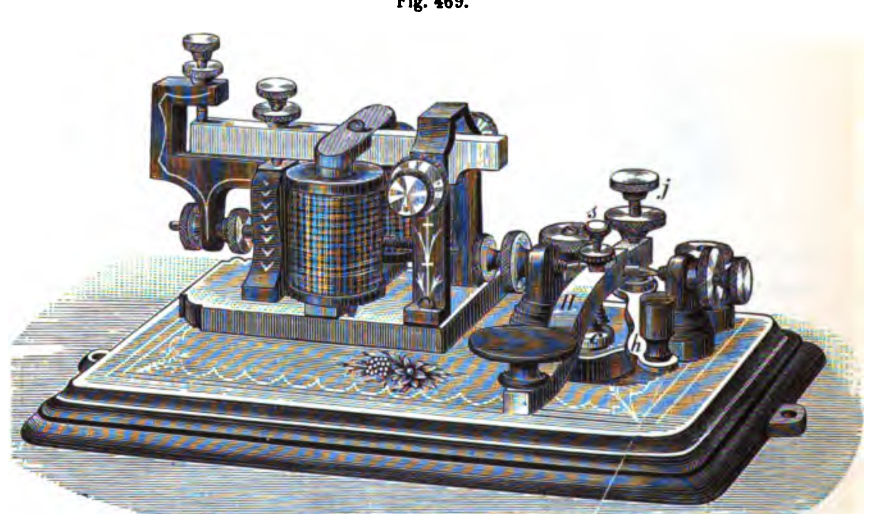


mit seiner unten vorstehenden Anschlagschraube auf eine Art Brücke oder Bogen aufschlägt. Die innerhalb dieses Bogens befindliche Luft

wirkt als Resonator und verstärkt den Ton des Klopfers ganz wesentlich. An der Stange für die Abreissfeder ist eine Gegenmutter angebracht, um die Feder in einer unveränderlichen Spannung zu erhalten; diese anscheinend untergeordnete Anordnung erweist sich als sehr nützlich.

Fig. 469 führt in ganzer Grösse auf gemeinsamer metallener Grundplatte einen für kürzere Privatlinien bestimmten Klopfer und einen Taster vor, welche trotz ihres billigen Preises (4 Dollars) sehr gut arbeiten. Da an der Metallplatte auch die nöthigen Verbindungsschrauben angebracht sind, so ist der Apparatsatz bereit zur sofortigen Einschaltung in die Leitung. Es kann damit auf einer Strecke von beliebiger

Fig. 469.



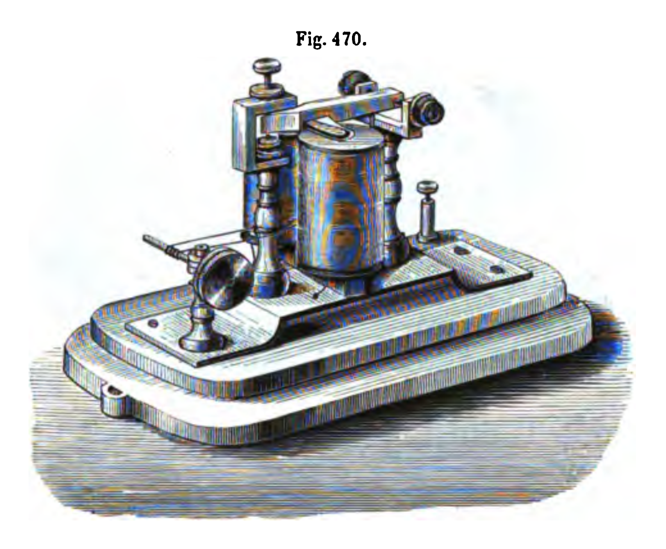
Länge bis zu 32 oder 48 km telegraphirt werden. Auch hier (vgl. Fig. 423 bis 425 auf S. 511 bis 513) wird der zweiarmige Tasterhebel *H* durch die darunter liegende Spiralfeder nach oben gedrückt, bis die am hinteren Ende eingesetzte Schraube *j* mit ihrer Spitze auf die Grundplatte auftrifft; während nicht mit dem Taster gearbeitet wird, wird der Hebel *h* unter den Rand des Amboses *c* geschoben und so die Leitung im Taster geschlossen erhalten.

Ein sehr guter, in die Linie selbst einzuschaltender Klopfer (von S. F. Day & Co.) ist in Fig. 470 abgebildet. Seine Theile sind auf einer metallenen Platte befestigt, welche in ihrer Mitte brückenförmig ein wenig über das Grundbret sich erhebt. Dies und der stählerne Ankerhebel geben dem Klopfer einen sehr lauten Ton, was ihn für

schlecht isolirte Leitungen und beim Telegraphiren mit schwachen Strömen verthvoll macht.

Zum unmittelbaren Einschalten in die Linie werden vielfach auch Klopfer angewendet, bei denen der Ankerhebel auf einen Metallambos

Fig. 470.



auf der Aussenseite eines Mahagonikastens aufschlägt, in welchem der Elektromagnet eingeschlossen ist. Dies ist u. a. bei dem in Fig. 471 dargestellten Kasten-Klopfer (box sounder) der Fall. Eigenthümlich ist die Abreissfeder f an diesem Klopfer angeordnet. Dieselbe ist näm-

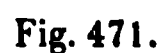
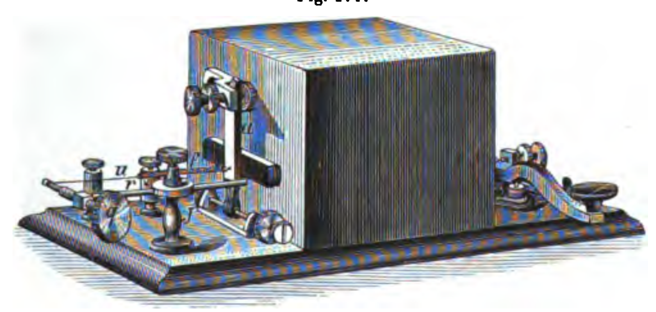


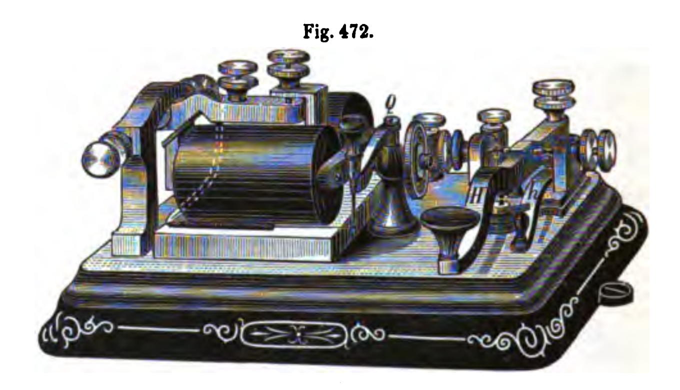
Fig. 471.



lich mit dem einen Ende an den Ankerhebel a angeheftet; in ihr anderes Ende ist ein Seidenfaden u eingeknüpft, der mit seinem zweiten Ende, etwa mittels eines Stiftes, an dem Schafte der Schraube q befestigt ist. Die Schraube q wird von einem Stabe r getragen, welcher

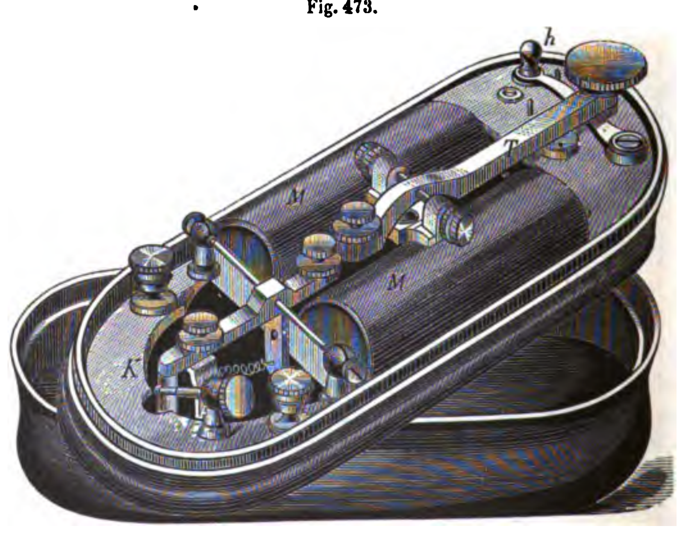
sich in dem Säulchen J verschieben lässt. Nachdem nun durch Verschiebung des Stabes r die Einstellung im Groben erfolgt ist, wird die feinere Regulirung der Spannung durch Drehung der Schraube q bewirkt, wobei sich der Faden u auf den Schaft der Schraube q auf-

Fig. 472.



oder abwickelt. Dieser Anordnung der Abreissfeder begegnet man auch vielfach an anderen amerikanischen Apparaten. Diese Kasten-Klopfer

Fig. 473.



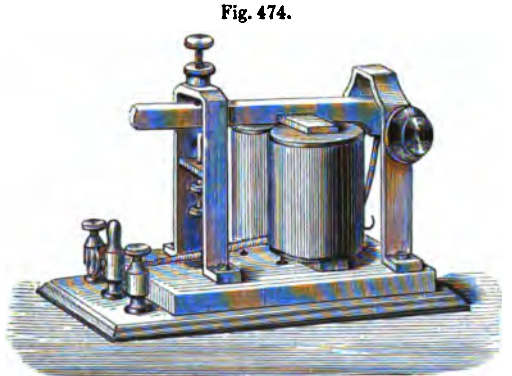
haben einen sehr lauten Ton und eignen sich gut für plötzlich nöthig werdenden, nur auf kürzere Zeit erforderlichen Dienst.

Ebenfalls besonders zur Verwendung für mehr vorübergehende Zwecke, z. B. bei Eisenbahnunfällen, bestimmter Klopfer nebst Taster

ist in Fig. 472 abgebildet. Er ist von Partrick & Carter in Philadelphia gebaut und soll gleichfalls unmittelbar in die Leitung eingeschaltet werden. Der ganze Apparat ist seiner Bestimmung gemäss gedrängt und kräftig gebaut, damit er den Transport gut verträgt, dabei ist er jedoch bequem, leicht und zuverlässig. Die Abreissfeder heftet sich mit dem einen Ende an eine auf dem Ständer Q angebrachte Schraube mit dem andern an einen nahezu unter einem rechten Winkel gebogenen Arm, welcher unterhalb an dem den Anker tragenden Hebel befestigt ist.

Einen tragbaren Klopfer nebst Taster, welcher viel von Leitungsaufsehern beim Wiederherstellen der Telegraphenleitungen und von Militärtelegraphenbeamten benutzt wird, führt Fig. 473 in ungefähr natürlicher Grösse vor Augen. Beide sind in ein ovales Hartgummigehäuse von ungefähr 4 Zoll (10 cm) Länge und 2 Zoll Breite eingeschlossen und wiegen nur we-

Fig. 474.



nige Unzen. Der in diesem kleinen, leicht in die Tasche zu steckenden Gehäuse untergebrachte Taster T mit dem Stromkreisschliesser h ist zwischen den Schenkeln des Elektromagnetes M des Klopfers K, ein wenig oberhalb derselben, angeordnet. Der Elektromagnet M, ist gross genug, um zuverlässig zu arbeiten; der Taster hat die nöthige Grösse zu bequemer Handhabung, und der Ton des Empfängers ist sehr laut und deutlich.

Endlich mag in Fig. 474 noch die Abbildung eines in seiner ganzen Anordnung überaus einfachen und handlichen Klopfers gegeben werden, welcher mit Relais in einem Lokalstromkreise benutzt zu werden bestimmt ist. Das vordere Ende des Ankerhebels ragt durch eine Art Joch hindurch, worin die beiden Anschlagschrauben angebracht sind.

Das Möglichste in Bezug auf Gedrängtheit leistet ein ganz kürzlich für Perley P. Belt in Columbus, Cansas, patentirter Apparatsatz,

bei welchem das als Lager für den einarmigen Ankerhebel dienende Joch zugleich als Lager für die Axe des zweiarmigen Tasterhebels mit benutzt wird. Der Ruheanschlag des Taster liegt zwischen den Rollen des aufrecht stehenden Elektromagnets und der nach ihm hinreichende Arm des Tasterhebels liegt unter dem Ankerhebel und parallel zu ihm; jenseits des Jochs, nach aussen hin, folgt am andern Arm erst die nach oben wirkende Feder, denen die Contactschraube, endlich der als Handgriff dienende Knopf. Die beiden Axen ruhen auf den Spitzen je zweier im Joch sitzender Stellschrauben mit Gegenmutter. Vgl. Scientific American, 4. Juli 1885, S. 5.

VIII. **Ein ostindischer Klopfer.** Ein eigenthümlicher Klopfer, welcher in mehr als 100 Stück für die indischen Telegraphenlinien gebaut worden ist, wird von G. Dubern im Journal of the Society of Telegraph Engineers (8, 58) beschrieben und abgebildet. Die Schenkel des Hufeisenelektromagnetes stehen bei diesem Klopfer lothrecht, der Bug ist nach oben, die Pole sind nach unten gekehrt. Als Anker dient eine auf ihrer oberen Seite von beiden Enden her bis nahe an die Mitte hin geschlitzte Eisenröhre; dieselbe ruht in der Mitte zwischen den beiden Polen des Elektromagnetes auf einem Lager, die Reibung in diesem Lager ist aber äusserst gering, weil die Röhre noch an einer von dem Buge herabreichenden, regulirbaren Spiralfeder getragen wird, welche zugleich als Abreissfeder dient und beim Aufhören des Telegraphirstromes den Anker, den beide Pole in gleichem Sinne drehen, an die Ruhestellschraube zurückführt; der Anker spielt nämlich mit dem einen, etwas verlängerten Ende zwischen zwei Anschlagschrauben. Die Elektromagnetrollen sind mehrmals in einer Mischung von Harz und Bienenwachs eingetaucht, um ihnen für feuchte Orte genügende Isolation zu geben. Für heisse Gegenden nimmt man 10 Th. Harz auf 1 Th. Wachs. Dieser Klopfer ist äusserst empfindlich; wenn die Anschlagschrauben einander recht nahe gestellt sind und die Einstellung recht fein ist, so spricht er mit 1 Daniell-Elemente in einem Stromkreise von 31000 Ohm eben an; er arbeitet gut mit 1 Daniell-Elemente in 6000 Ohm, aber ohne neue Einstellung auch mit 20 Elementen in 0 Ohm Widerstand.

§. 25.

Die Nadeltelegraphen.

I. **Der Einnadeltelegraph mit drop-handle-Sender.** Der 1880 bei den englischen Eisenbahnen noch in mehreren Tausenden und in beschränkter Zahl auch bei der englischen Telegraphenverwaltung benutzte Einnadeltelegraph mit Sender und Ohrglocken-Handgriff (drop handle; vgl. Handbuch, 1, 173) unterscheidet sich im Empfänger nicht von dem

mit Tastensender (tapper). Auch der Geber ist nicht wesentlich verschieden von dem auf S. 172 und 173 des 1. Bandes abgebildeten Einnadeltelegraphen, wie die in Fig. 475 gegebene Skizze erkennen lässt. Auf der Axe *k* lässt sich der Cylinder *d* aus hartem Holze mittels des Handgriffs drehen; dabei treten die aus *d* vorstehenden, gegen einander isolirten kurzen Messingstifte *c* und *e*, welche durch die Klemmen *Z* und *Y* mit dem Zinkpole und dem Kupferpole der Telegraphirbatterie *B* verbunden sind, je nach der Drehrichtung mit den oberen Enden der gebogenen stählernen Federn s_1 und s_2 und mit den auf dem Grundbrett befestigten, aufwärts umgebogenen unteren Enden *h* und *g* derselben in

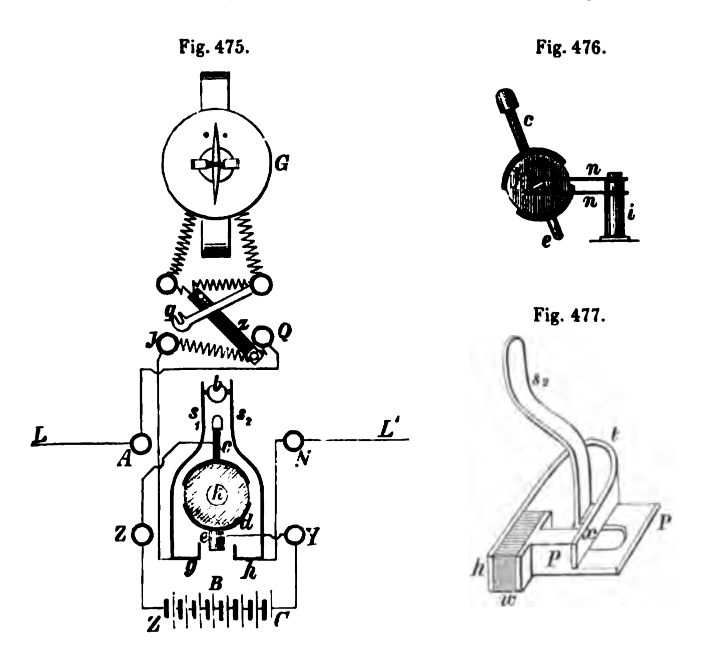


Fig. 475. Fig. 476. Fig. 477.

Berührung und entsenden den Strom in der einen oder der andern Richtung in die Leitung *LL'*. Befindet sich der Handgriff in seiner Mittellage, so liegen s_1 und s_2 an der messingenen Brücke *b* (bridge) an und verbinden dadurch *L* mit *L'*. Der Cylinder *d* ist auf seiner oberen und unteren Fläche mit je einer halbrunden Messinghülse belegt, in welche der Stift *c* bez. *e* eingeschraubt ist. Von dem zunächst der Rückwand des Telegraphen befindlichen Stifte *c* stellt eine Kupferdrahtlitze, welche mit dem einen Ende an die Messinghülse angeschraubt ist, sich dann lose um den Cylinder *d* herumwindet und mit dem anderen Ende an dem Säulchen *i*, Fig. 476, befestigt ist, die Verbindung nach *i* und weiter nach der Klemme *Z* her. In gleicher Weise ist der

Stift e mit der Klemme Y verbunden. Das untere Ende der Federn s_1 und s_2 besteht nicht aus einem massiven Blocke, weil sonst das Anschlagen des Stiftes e ein unangenehmes Geräusch geben würde. Vielmehr ist nach Fig. 477 auf dem Grundbrette ein Messingbock P festgeschraubt, woran die Feder s_2 (bez. s_1) befestigt ist; an P sitzt ferner die sich um s_2 frei herum biegende Feder t, gegen deren freies Ende h der Stift e anschlägt; zwischen h und P ist eine Lederpackung w zwischengelegt, welche das beim Anschlagen des Stiftes entstehende Geräusch stark dämpft. Das Säulchen i liegt nahe an der Rückwand des Telegraphen, in welcher übrigens gegenüber dem Cylinder d eine Klappthüre angebracht ist und einen bequemen Zugang zu den inneren Theilen gestattet. Der Cylinder d ist ferner an seinem hinteren Ende über das Lager hinaus verlängert und hier rechteckig abgesetzt, vom Säulchen i aber ragen zwei Federn n, n herüber und fassen das Rechteck zwischen sich, so dass bei jeder Drehung der Axe eine der Federn gespannt wird und dann die Axe in die Ruhelage zurückzuführen strebt, worin sie von dem Gewichte des durch die Drehung nach links oder nach rechts aus seiner lothrechten Lage herausgebrachten Handgriffs unterstützt wird.

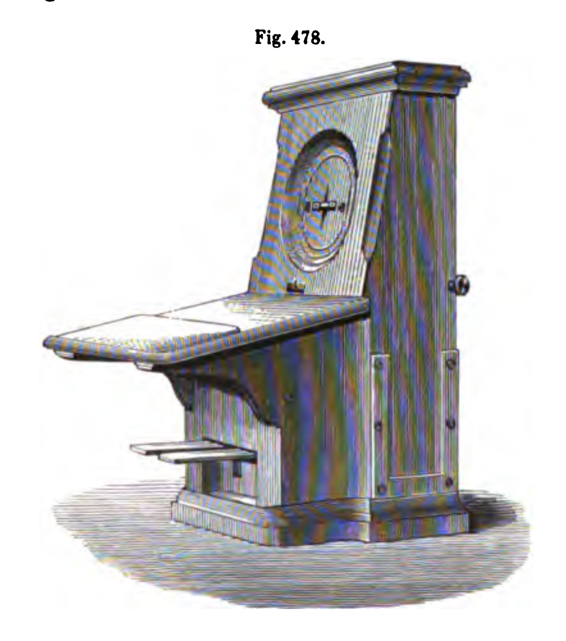
Der als drop handle bezeichnete, ursprünglich von der Electric and International Telegraph Company, deren Aemter meistens in Eisenbahnstationen waren, angewendete Handgriff unterscheidet sich von dem (älteren) crutch handle oder Krücken-Handgriffe, wie Fig. 73 auf S. 180 im Vergleich mit Fig. 63 auf S. 172 des 1. Bandes erkennen lässt, dadurch dass er nur einarmig ist, während der letztere mit seiner Mitte auf die Axe aufgesteckt ist. Die Axe, worauf der Handgriff sitzt, muss wegen der heftigen Stösse beim Anschlagen des Stiftes e gegen g und h sehr fest mit dem Cylinder d verbunden sein; sie bildet einen Theil der Messinghülse, in welche der Stift e geschraubt ist.

Der Empfänger G ist zugleich mit einem Blitzableiter z zwischen die beiden an der Rückwand sitzenden Klemmschrauben J und Q eingeschaltet; mittels der Messingkurbel q können die beiden oberhalb J und A liegenden Klemmschrauben verbunden und so eine Kurzschliessung der Nadelwindungen behufs der Ausschaltung derselben aus der Telegraphenleitung herbeigeführt werden. Vgl. Telegraphic Journal, 8, 172.

Eine Abänderung muss an diesem Geber vorgenommen werden, wenn derselbe in einem Amte mit gemeinschaftlichen Batterien benutzt werden soll. Nach Telegraphic Journal, Bd. 8, S. 402 würde die Einrichtung und Schaltung des Gebers in einer Leitung, bei welcher an Stelle des Zweiges L' eine Erdleitung tritt, folgende sein. Die Enden g und h, Fig. 475, werden von den Federn s_1 und s_2 abgetrennt und über die Klemmen Z und Y mit dem freien Kupfer-, bez. Zink-Pole der beiden gemeinschaftlichen Batterien verbunden, deren zweiter Pol

an die Erde (L') gelegt ist. Auch von der Feder s_2 führt ein Draht zur Erde, die Feder s_1 dagegen bleibt (wie in Fig. 475) mit J und L verbunden; ausserdem wird s_1 noch durch einen Ausgleichungswiderstand[1]) oder unmittelbar mit dem Stifte e verbunden. Der Stift c steht mit keinem Theile in leitender Verbindung. Die Wirkungsweise des so abgeänderten Gebers ist leicht zu übersehen: in der Ruhelage des Gebers ist der Empfänger G über b in die Leitung LL' eingeschaltet und beide Linienbatterien sind offen, in den beiden Arbeitslagen dagegen sendet der Geber den Strom der einen oder der andern Batterie durch G und in die Leitung L.

Fig. 478.



II. **Der Einnadeltelegraph mit Tastengeber.** Die bei den Einnadeltelegraphen der englischen Verwaltung vorwiegend angewendeten Tastensender (tappers) sind die nämlichen, welche in §. 24 II. auf S. 550 und 552 bereits beschrieben worden sind. Auch die Einschaltung der Geber bei den Nadeltelegraphen ist dort bereits mit berührt worden. Vgl. auch Fig. 484 und 485.

Die äussere Erscheinung dieser Telegraphen lässt Fig. 478 erkennen.

---

[1]) In England pflegen (vgl. Telegraphic Journal, Bd. 8, S. 386) bei Anwendung gemeinschaftlicher Linienbatterien in die kürzeren Linien Ausgleichungswiderstände eingefügt zu werden, deren Grösse so bemessen wird, dass sie, zu dem Widerstande der Linie addirt, höchstens 25 % hinter dem Widerstande der längsten Linie zurückbleiben.

Das Gehäuse, welches die innern Theile umschliesst, lässt sich sehr leicht abnehmen, wenn zuvor auf jeder Seite desselben eine Schraube gelüftet worden ist. Das Pult für das Telegrammformular befindet sich unmittelbar unter der Nadel; es ist oben mit einem kleinen Häkchen versehen, womit sich das Formular gegen das Herabrutschen sichern lässt, wenn dies nöthig erscheint. Der unten auf der rechten Seite angeschraubte Messingstreifen dient zur Befestigung einer Karte, worauf die Namen und Rufzeichen der verschiedenen, in der betreffenden Linie liegenden Aemter gedruckt stehen. Aeusserlich sind keine Klemmschrauben zu sehen, weil die Leitungszuführungen alle durch die Grundplatte gehen und so gegen das in kleinen Aemtern häufig vorkommende Abbrechen beim Abstäuben geschützt sind.

Der Empfänger enthält Varleys inducirte Nadel (induced coil; vergl. Handbuch, **1**, 198), deren Anordnung aus Fig. 479 bis 482 zu ersehen ist. Fig. 480 bietet eine Rückansicht auf beide Spulen C_1 und C_2, Fig. 481 und 482 eine Seitenansicht der linken bez. der rechten Spule. Durch die runde Messingplatte D geht die Axe x hindurch, welche vor D den messingenen Zeiger und hinter D die dünne hufeisenförmige Nadel h trägt; die Axe ist vor der Platte D in einem Messingbügel gelagert, ihr inneres Ende ruht in einem in die Schraube P gebohrten Loche. P ist in die Messingplatte A eingeschraubt, welche durch zwei runde Messingstäbe mit der Messingplatte B zu einer Art Rahmen verbunden ist. In die Platte B ist ein conisches rundes Loch eingearbeitet, in welches sich der an D angeschraubte conische Pfropfen b so einfügt, dass D leicht in B gedreht werden kann; wenn nun die Nadel durch einen in der Leitung vorhandenen Erdstrom aus ihrer lothrechten Stellung ein wenig nach links oder rechts geneigt wird, dreht man die Scheibe D so, dass der Zeiger genau in der Mitte zwischen den beiden in D eingesetzten Elfenbeinstiften steht. Die Spulen C_1 und C_2 sind mittels geschlitzter Träger v_1 und v_2 und der Schrauben t_1 und t_2 an dem Rahmen befestigt; die Spulen C_1 und C_2 sind in Fig. 480 ohne ihre Schutzhülle aus Seide gezeichnet. Der Bewickelungsdraht der beiden Spulen ist auf einen Messingrahmen gewickelt. In jeden Rahmen ist ein Eisenstück i eingesetzt. In der in die innere Wange des Rahmens eingefeilten Nuthe c findet die Axe x Platz, wenn die Spulen aneinander geschoben werden. Durch die beiden, an den eisernen Theil i der Rahmen angeschraubten Stahlmagnete m_1 und m_2 werden die bis auf die Nuth c herabreichenden Eisenstücke i und weiter die hufeisenförmige Nadel h kräftig magnetisirt. Der Bewickelungsdraht ist No. 35 der Birmingham Drahtlehre; der Gesammtwiderstand beider Spulen beträgt 200 Ohm, und die Empfindlichkeit ist so gross, dass der Strom von 10 Daniell-Elementen in einem Stromkreise von 3000 Ohm Ge-

sammtwiderstand (also ein Strom von $3\frac{1}{3}$ Milliweber) die Nadel bis zu den Elfenbeinstiften ablenkt. Der Zeiger ist oben dicker als unten und bietet so ein Gegengewicht zu der Nadel h, welche bei ihren Bewegungen um die Axe x durch die Schlitze g in das Innere der Spulen C eintritt. Vgl. Telegraphic Journal, 8, 24.

Empfindlicher als Varley's Nadel ist die bei den Eisenbahnen sehr viel, in einigem Umfange auch bei der englischen Verwaltung benutzte

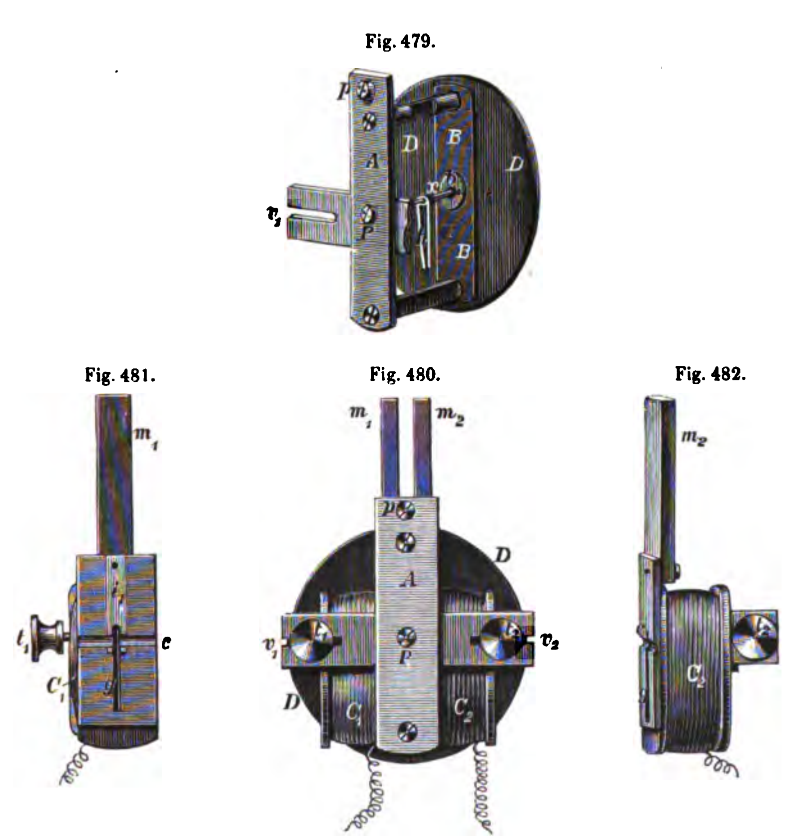


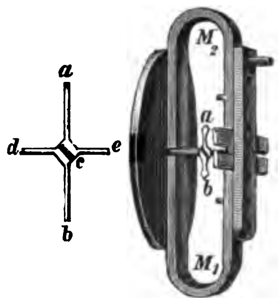
Fig. 479.
Fig. 481. Fig. 480. Fig. 482.

Nadel von Spagnoletti (vgl. Handbuch, 1, 198). Dieselbe ist in Fig. 483 nach Wegnahme der Spulen abgebildet. M_1 und M_2 sind zwei kräftige Hufeisenmagnete, welche mit gleichen Polen sich gegenübergestellt sind. Ihre Pole sind in nächster Nähe einer Axe de, welche aus zwei bei c an einander gelötheten Theilen besteht; jeder Theil, ace und bcd, ist ein rechtwinkeliges Stück aus weichem Eisen; beide sind so an einander und ein Messingstück c gelöthet, dass ac und cb eben-

sowohl wie die als Axe dienenden *d c* und *c e* eine Gerade bilden. Das obere Ende *a* wird von den rechts liegenden, das untere *b* von den links liegenden Polen der Hufeisenmagnete magnetisirt, *a* und *b* erhalten also entgegengesetzte Polarität. Auch diese Nadel kann, wie die Varley's, durch äussere elektrische Einflüsse nicht entmagnetisirt werden. Im übrigen sind die Spulen und der Rahmen ganz ähnlich wie bei Varley's Nadeln eingerichtet. Im Telegraphic Journal, Bd. **8**, S. 173 ist diese Nadel in einem Telegraphen mit drop handle abgebildet.

Nach Telegraphic Journal, Bd. **8**, S. 50 waren 1880 noch über 3500 Einnadeltelegraphen bei der englischen Verwaltung im Betriebe. — Die bevorstehende Einführung des six-pence-Tarifs hat die englische Verwaltung veranlasst, u. a. auch 150 Einnadeltelegraphen neu anzuschaffen. — In Norwegen waren nach Journal télégraphique, **3**, 431 im Jahre 1875 noch 11 einfache und 29 doppelte Wheatstone'sche Nadeltelegraphen im Gebrauch, 1883 bei den norwegischen Eisenbahnen noch 33 einfache.

Fig. 483.

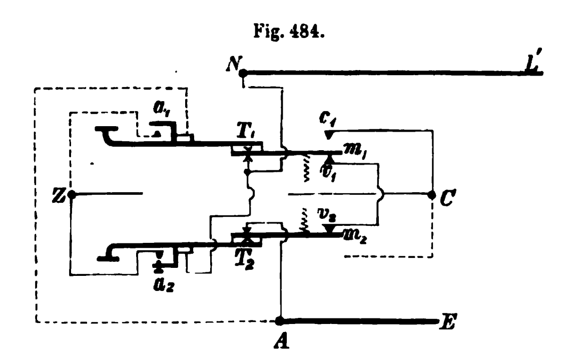


Die Einschaltung der Tastengeber wird etwas von Fig. 458 und 460 auf S. 551 und 553 abweichend, wenn dieselben in Aemtern mit gemeinschaftlichen Batterien[2]) zur Verwendung kommen. Wird z. B. in einer Endstation bei dem gewöhnlichen Geber (Fig. 484) der Zweig *L* durch eine von *A* abgehende Erdleitung *E* ersetzt, so wird (vgl. Telegraphic Journal, Bd. **8**, S. 388) zunächst, betreffenden Falls unter Einschaltung eines Ausgleichungswiderstandes in jeden der beiden Verbindungsdrähte (vgl. Anm. 1), der freie Zinkpol an die Klemme *Z* und der freie Kupferpol an die Klemme *C* geführt, während die beiden andern Pole der beiden gemeinschaftlichen Linienbatterien an Erde liegen. Ausserdem wird das rechts liegende Ende c_2 der Contactfeder c_1 c_2 soweit nach oben gebogen, dass es von dem Messingstücke m_2 an der rechten Taste T_2 nicht mehr erreicht wird, wenn die Taste niedergedrückt wird; ferner wird die Schraube in dem Messingwinkel a_1 be-

[2]) Ueber die Schaltungen der Nadeltelegraphen und ihrer Sender bei Benutzung gemeinschaftlicher Batterien vgl. auch: „Post Office Telegraphs. Diagrams of Telegraph Apparatus and Connections. 1881." S. 39. — Für die gemeinschaftlichen Batterien kommen nur Chromsäure-Elemente (vgl. Handbuch, **2**, 93) in Verwendung. — Ebenda (S. 75) finden sich auch einige Bemerkungen über die Schaltung der Doppel-Nadeltelegraphen sowie (S. 40 bis 43) Schaltungsskizzen für Morse mit einfachen Strömen und mit Wechselströmen bei Verwendung gemeinschaftlicher Batterien.

seitigt, so dass auch an dieser Stelle beim Niederdrücken der Taste T_1 kein Contact mit der darunter liegenden Feder gemacht wird. Wird nun die linke Taste T_1 niedergedrückt, so entsendet der freie Kupferpol der einen Batterie von C aus einen Strom über c_1, m_1 und N in den Leitungszweig L'; die zweite Batterie bleibt jetzt ausser Thätigkeit, sie würde ja, wenn die Schraube in a_1 nicht beseitigt worden wäre, über E in kurzem Schluss gebracht worden sein. Wenn man dagegen die rechte Taste T_2 niederdrückt, so bleibt die erst genannte Batterie unthätig, weil von m_2 kein Contact gemacht wird; dafür sendet aber jetzt die zuletzt genannte Batterie vom Zinkpole aus über Z, a_2 und N einen Strom von anderer Richtung in die Leitung L'. Die Stromwege von Z über a_1 nach A, und von C nach dem in Fig. 484 nicht mit gezeichneten Contactfederende c_2 finden hierbei keine Benutzung und sind deshalb in Fig. 484 punktirt gezeichnet worden.

Fig. 484.



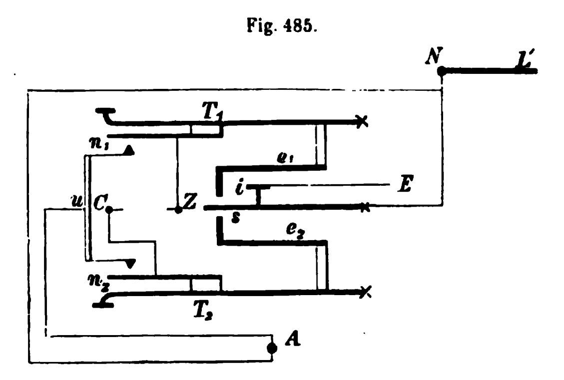
Träte an Stelle des Leitungszweiges L' eine Erdleitnng, so könnten im Geber ganz die nämlichen Aenderungen vorgenommen werden, wenn man die Batterie- und Nadel-Verbindungen umkehren wollte.

Soll dieser Geber in einer Mittelstation mit gemeinschaftlichen Linienbatterien verwendet werden, so sind an ihm gar keine Aenderungen vorzunehmen, und die Einschaltung nach Fig. 458 auf S. 551 bleibt unverändert; der freie Kupfer- und Zink-Pol werden dagegen an die Klemmen C und Z geführt. Es ist leicht zu erkennen, dass beim Niederdrücken einer Taste stets beide Batterien in Thätigkeit kommen, und dass die eine ihren Strom in den Zweig L, die andere in den Zweig L' sendet, ganz wie es (nach Fig. 458) geschehen würde, wenn durch Beseitigung der beiden Erdverbindungen die beiden Batterien zu einer vereinigt würden. Die etwa nach der in Anm. 1 gegebenen Regel anzuwendenden künstlichen Widerstände dürften indessen dabei nicht in die nach C und Z führenden Poldrähte gelegt werden, sondern

sie würden wohl in die Zweige L und L' selbst eingeschaltet werden müssen.

Wenn der Highton'sche Tastensender (vgl. S. 552) in einer Endstation mit gemeinsamen Batterien verwendet werden sollte, so würden (Telegraphic Journal, Bd. 8, S. 389) die Messingstreifen x und y zu beseitigen sein, welche sonst die Federn e_2 und n_1, e_1 und n_2, Fig. 485 verbinden. Ausserdem ist der in Fig. 459 und Fig. 460 von A nach q und i laufende Draht zu beseitigen und dafür i unmittelbar an Erde E zu legen, welche den Zweig L ersetzen soll. Die Klemme A bleibt aber mit der Schiene u in Verbindung und wird ausserdem durch einen Draht — betreffendenfalls unter Einschaltung eines Ausgleichungswiderstandes (vgl. Anm. 1) — mit der Klemme N verbunden. Der freie Kupferpol der gemeinschaftlichen Batterien wird ferner an die Klemme Z d. h. an die Feder n_1, der freie Zinkpol aber an die Klemme C

Fig. 485.



d. h. an die Feder n_2 gelegt. Wird jetzt die linke Taste T_1 niedergedrückt, so drückt das Messingplättchen an ihr die Feder s von i weg und trennt so den Zweig L' von Erde E; dann tritt der freie Kupferpol über Z, n_1, u, A und N mit der Leitung L' in Verbindung. Gleiches geschieht über C, n_2, u, A und N mit dem freien Zinkpole, wenn die rechte Taste niedergedrückt wird.

Zur Verwendung in Zwischenstationen mit gemeinschaftlichen Batterien eignet sich dieser Geber nicht.

Will man mit dem Tastengeber in kurzem Schliessungskreise arbeiten — etwa um zu untersuchen, ob eine aufgetretene Betriebsstörung sich im eigenen Amte befindet — so hat man nur nöthig, die beiden Klemmschrauben A und N (Fig. 458 und 460, bez. 484 und 485) durch einen Draht mit einander zu verbinden. Dabei muss dann, wenn das eigene Amt in Ordnung ist, die Nadel beim Niederdrücken einer jeden der beiden Tasten lebhaft ausschlagen. Wäre dagegen der Ausschlag

nur schwach, so ist zu vermuthen, dass der Fehler in der Batterie liegt. Wenn endlich die Nadel gar nicht ausschlägt, die Batterie aber sich in gutem Zustande befindet, so wäre der Fehler im Geber, oder in der Nadel, bez. dem Blitzableiter zu suchen. Um zu erfahren, ob etwa im Blitzableiter eine Berührung eingetreten ist, braucht man nur den Leitungsdraht L aus der Klemmschraube A zu entfernen und die beiden Poldrähte einer Batterie an die Klemmen J und Q anzulegen; erfolgt dabei kein Nadelausschlag, so wird man die Poldrähte an die beiden über J und Q liegenden Klemmschrauben anlegen und auf einen Fehler in dem Blitzableiter schliessen müssen, wenn die Nadel jetzt ausschlägt, auf einen Fehler in der Nadel (oder in der Nadel und dem Blitzableiter zugleich), wenn die Nadel auch jetzt nicht ausschlägt. Falls eine Unterbrechung in der Nadel G, Fig. 475, auftritt, kann man die bereits auf S. 568 erwähnte Kurbel q dazu benutzen, um zu verhüten, dass die ganze Telegraphenlinie unterbrochen werde und bleibe; denn wenn man wieder durch sie die beiden Klemmen oberhalb J und Q verbindet, so ist ein ununterbrochener Stromweg von L und A durch den Blitzableiter z nach J und durch den Geber nach N und L' hergestellt, und trotz dem Fehler in G können die anderen in LL' liegenden Aemter unter einander telegraphiren.

Für die nämliche Untersuchung wären auch beim drop-handle-Sender die beiden Klemmschrauben A und N, Fig. 475, durch einen Draht zu verbinden.

Fehler in dem in Fig. 457 auf S. 550 abgebildeten Tastensender können dadurch entstehen, dass die Schrauben in den Winkeln a_1 und a_2 nicht tief genug, oder zu tief herabgeschraubt sind, so dass entweder sie selbst keinen guten Contact mit der unter ihnen liegenden Contactfeder machen, oder die Messingstücke m_1 und m_2 nicht in gute Berührung mit der Feder $c_1\,c_2$ kommen; das letztere würde auch eintreten, wenn die Enden von $c_1\,c_2$ zu hoch nach oben gebogen sind. Ausserdem könnte ein Bruch der Feder n eintreten.

Wenn in dem Highton'schen Sender (Fig. 459, S. 552) die Contactschrauben in den Tasten T_1 und T_2 zu tief herab geschraubt werden, so treffen sie auf die Contacte schon auf, bevor noch die Messingplättchen in den Tasten die Contactfeder s von der Schraube i entfernt haben. Gelegentlich werden auch die vier Federn e_1, n_1, e_2 und n_2 schwach und drücken dann die Tasten nicht sicher mehr empor an die Brücke, welche die Schraube i trägt, sondern e_1 bez. e_2 bleibt in Berührung mit der Feder s.

Fehler durch schmutzige Contacte treten in beiden Formen der Tastensender nur selten auf, weil beim Arbeiten die Contactstellen sich von selbst reinigen.



III. **Das Sprechgalvanometer für Unterseekabel.** Neben dem Heberschreibapparate (vergl. S. 492) wird zum Betrieb der langen Unterseekabel namentlich das Spiegelgalvanometer benutzt; so von der Direct United States Cable Company, der Compagnie française du télégraphe de Paris à New-York und der American Telegraph and Cable Company. Das Spiegelgalvanometer wie es z. Z. für den Kabelbetrieb Verwendung findet, ist ursprünglich aus W. Thomson's Marinegalvanometer hervorgegangen, welches bereits 1858 bei der Legung des atlantischen Kabels (vergl. S. 243) auf den Schiffen Agamemnon und Niagara zur Verwendung gekommen ist. Durch das Marinegalvanometer und das Spiegelgalvanometer ist die bereits 1833 von Gauss und Weber (vergl. Handbuch, 1, 74) bei ihrem Nadeltelegraphen angewandte Verdoppelung des Nadelausschlags durch Spiegelung von W. Thomson und C. F. Varley in die unterseeische Telegraphie eingeführt worden, und deshalb mag die Einrichtung dieser beiden Instrumente (vergl. Handbuch, 1, 200, XVII.) hier kurz in Erinnerung gebracht werden.

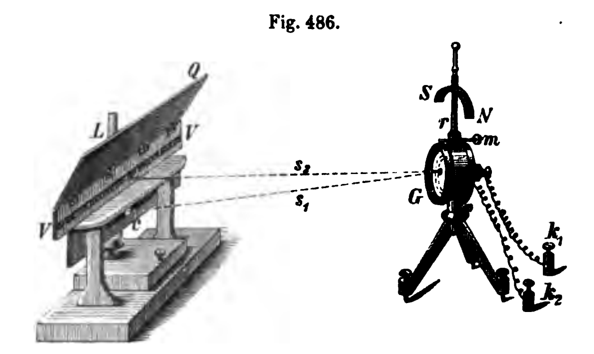
Das Marinegalvanometer[3]) enthält einen leichten Spiegel von 9 mm Durchmesser und 30 Milligramm Gewicht; auf seine Rückenfläche ist ein kleiner Stabmagnet gekittet, welcher anfänglich an einem Platindrahte, von 1866 an aber an einem Coconfaden aufgehängt wurde. Der Spiegel befindet sich in der Mitte der aus zwei Spulen gebildeten Multiplicatorrolle aus feinem Kupferdraht. Mittels Mikrometerschrauben lässt sich die Torsion des oberen und unteren Theiles des Platindrahtes reguliren (vergl. Catalogue of the Special loan collection of scientific apparatus; London 1876; S. 197, No. 1445 u. 1447). Die Aufhängung soll genau durch den Schwerpunkt des Magnetstäbchens und des Spiegels gehen, damit letzterer bei Verwendung des Galvanometers auf dem Schiffe durch die Drehung und Neigung der Multiplicatorrolle zufolge der Schwankungen des Schiffes nicht in seiner Lage gegen die auf demselben Grundbrete angebrachte Scala geändert wird. Um den Einfluss des Erdmagnetismus auf den Stabmagnet aufzuheben, schliesst man die Rolle in eine dickwandige Büchse aus weichem Eisen ein, in deren Innern zugleich ein mässig starker, in seiner Wirkung auf den Stabmagnet jedoch die Erde überbietender Hufeisenstahlmagnet so aufgestellt wird, dass seine nach oben gerichteten Pole die Rolle zwischen sich fassen. Die Lichtstrahlen lässt man durch eine Sammellinse auf den Spiegel fallen.

---

[3]) Ueber das Verfahren beim telegraphischen Verkehr zwischen „Schiff" und „Ufer" während der Versenkung eines Kabels ins Meer und über die Möglichkeit unausgesetzter Isolationsmessungen während dieses Verkehrs vgl. S. 336 bis 338.

Ganz ähnlich ist die Anordnung des unter gewöhnlichen Verhältnissen d. h. auf dem Lande zum Telegraphiren zu benutzenden Thomson'schen Spiegelgalvanometers. Die Anordnung desselben in Verbindung mit der Lampe L und der Scala V mag — unter gleichzeitigem Hinweis auf die in §. 16, IX. (S. 294 ff.) gegebene Beschreibung des astatischen Spiegelgalvanometers von Thomson — durch Fig. 486 hier flüchtig skizzirt werden. Das Galvanometer G enthält mehrere Rollen, die sich entsprechend für stärkere und schwächere Ströme gruppiren lassen. Das Magnetstäbchen nebst dem Hohlspiegelchen befindet sich in einem luftdicht geschlossenen, zugleich die Rollen umschliessenden Gehäuse und ist innerhalb der Rollen an einem kurzen Coconfaden aufgehängt. Auf dem Gehäuse ist ein Metallstab r angebracht, welcher als Träger des gekrümmten Richtmagnetes NS dient und durch eine Mikrometerschraube m stellbar ist. Der von der

Fig. 486.



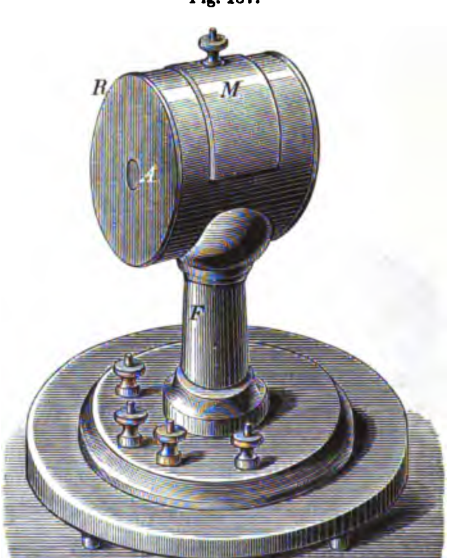
Lampe L durch den Spalt c kommende Strahl s_1 fällt auf den Spiegel und wird dann als s_2 auf die auf weisses Papier aufgetragene Scala V geworfen. Der Rahmen Q hält eine weitere Verbreitung des Lampenlichtes vom Galvanoskop G ab, so dass der Lichtzeiger s_2 scharf auf der dunkeln Scala hervortritt; der empfangende Beamte würde hinter dem Galvanoskop Platz nehmen. Der Stabmagnet innerhalb der Rolle ist 12 mm lang, 2 mm breit und 2 mm dick; er wiegt zusammen mit dem Glassilberspiegelchen noch nicht 1 g.

Das jetzt in der Kabeltelegraphie benutzte Spiegelgalvanometer ist in Fig. 487 in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Grösse abgebildet. Es enthält innerhalb einer messingenen Kapsel R eine Drahtrolle und eine einfache d. h. nicht astatische Nadel, welche an der Rückseite eines Hohlspiegelchens von 8 bis 12 mm Durchmesser festgeklebt und mittels zweier ganz kurzer Fäden[4]) in einer messingenen Röhre A, die in die

[4]) Interessant sind die Mittheilungen, welche Graves, unter welchem die Station

Galvanometerkapsel R eingeschoben wird, eingespannt ist. Oberhalb der Messingkapsel R befindet sich ein halbkreisförmig gebogener starker Stahlmagnet M, mittels dessen man der Nadel die nöthige Richtung ertheilt. Die Kapsel R ist auf einen starken Fuss F von Holz oder Hartgummi befestigt. Das Licht wird von einer Petroleumlampe P, Fig. 488, mit metallenem Cylinder C geliefert; letzterer besitzt, der Kante der breiten Flammen gegenüber, einen länglichen viereckigen Ausschnitt. Zwischen der Lampe P und dem Galvanometer steht ferner, wie dies Fig. 489 deutlicher erkennen lässt, eine Röhre Q, mit Linse, welche die

Fig. 487.

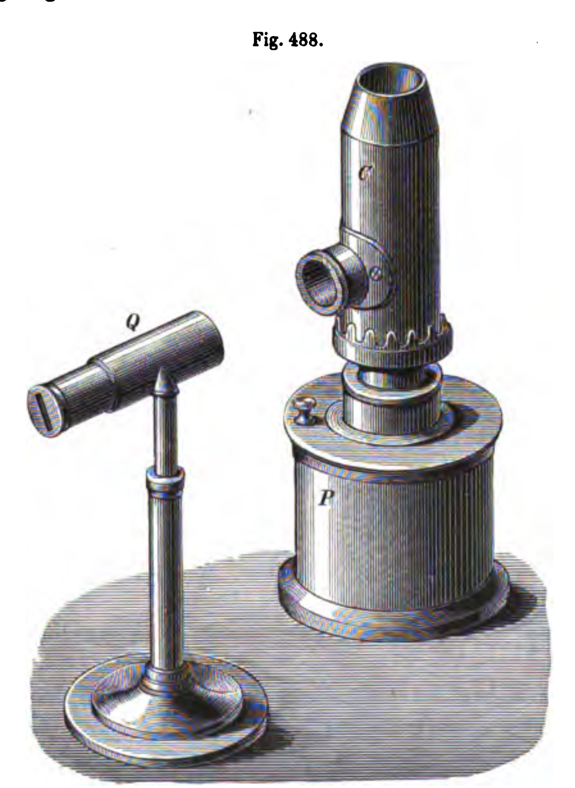


Lichtstrahlen aufzufangen und concentrirt dem Spiegel zuzuwerfen hat. Der vom Spiegel zurückgeworfene Lichtstreifen steht in der Ruhelage auf der mit Papier überzogenen Scala S und wird je nach der Richtung eines das Galvanometer durchlaufenden Telegraphirstromes nach rechts oder links abgelenkt, wobei ein Ausschlag nach links einem Punkte, ein solcher nach rechts einem Striche des Morseschen Alphabets entspricht.

Valentia seit 1865 steht, im Journal der Society of Telegraph Engineers, 1879, Bd. 8, S. 118 ff.) über das Spiegelgalvanometer und namentlich die Länge des Aufhängefadens und die Anbringung des Richtmagnetes innerhalb oder ausserhalb der Röhre macht.

Die Galvanometerrolle besitzt in der Regel zwei getrennte Wickelungen von etwa 1000 bezw. 2000 Ohm, so dass man durch Benutzung der einen oder andern die Empfindlichkeit des Apparates der jeweiligen Sprechgeschwindigkeit anpassen kann; letztere wird nämlich in hohem Grade durch den Widerstand des Empfängers beeinflusst[5]). Soll das Galvanometer zum Gegensprechen nach der Differentialmethode benutzt werden, so hat man natürlich Windungszahl und Widerstand der beiden Wickelungen gleich zu machen.

Fig. 488.



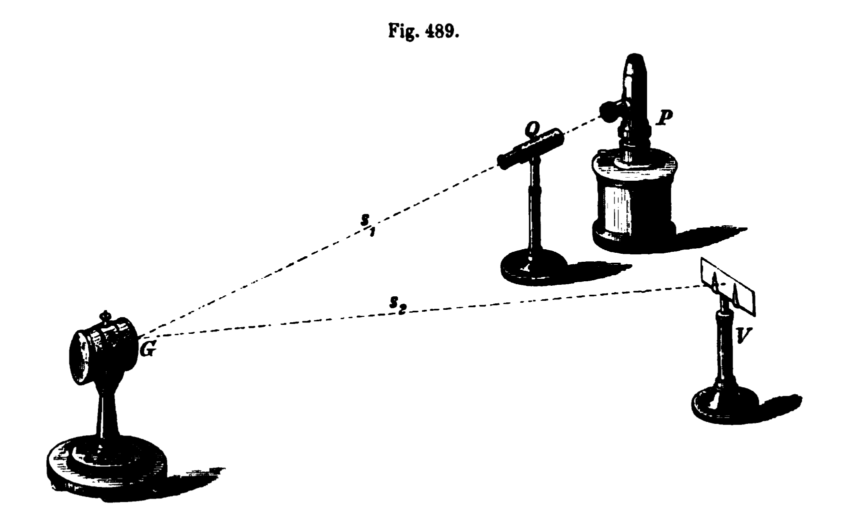
Um ein möglichst rasches Arbeiten zu erzielen, ist es offenbar nothwendig, dass die Ausschläge der Nadel möglichst scharf begrenzt seien, dass also die abgelenkte Nadel keine Schwingungen um ihre Gleichgewichtslage mache und ebenso ohne Schwingungen in ihre Ruhelage zurückkehre; das Galvanometer muss also mit einer starken Dämpfung versehen sein. Zur Erreichung dieses Zieles sind verschiedene Mittel

[5]) Vergl. Hockin, On the magnitude of signals etc.; Society of Telegraph Engineers, 1876, Bd. 5, S. 432.

vorgeschlagen worden, die sich auch praktisch gut bewährt haben. Das älteste von Thomson selbst angegebene[6]) ist die Spiegelröhre mit Luftdämpfer (air dead beat tube).

Das Ende *a* der Messingröhre *A*, Fig. 490 und 491, ist mit einem Schraubengewinde versehen und am Ende des letztern durch eine Glasplatte geschlossen. In das Gewinde von *A* wird die Hülse *C*, in welcher der Stabmagnet *m* und der Spiegel *s* an kurzen Fäden eingespannt ist, geschraubt und zwar so weit, dass nur ein ganz knapper Raum zwischen *m* und der die Röhre *A* abschliessenden Glasplatte verbleibt. Schliesslich schraubt man ein drittes Röhrenstück *B*, das bei *b* ebenfalls mit einer Glasplatte verschlossen ist, in die Hülse *C*, so dass der Spiegel s sich in einer, durch die zwei Glasplatten begrenzten Kammer befindet.

Fig. 489.



In Folge der in letzterer eingeschlossenen Luft werden die Ablenkungen des Spiegels *s* energisch gedämpft.

In neuerer Zeit erzielt man eine äusserst wirksame Dämpfung mit Zuhülfenahme einer Flüssigkeit, z. B. verdünntem Glycerin. In Fig. 492 und 493 ist eine solche Spiegelröhre, wie sie von Siemens Brothers[7]) nach den Angaben von J. Ebel (jetzigen Elektriker der französisch-atlantischen Kabelgesellschaft) gefertigt und u. a. auf den Kabeln der American Telegraph and Cable Company im Gebrauch steht, dargestellt. Der Magnet nebst Spiegel *v* ist an den Armen einer Gabel *g*, Fig. 493, deren Enden mit kleinen Haken versehen sind, aufgehängt und zwar

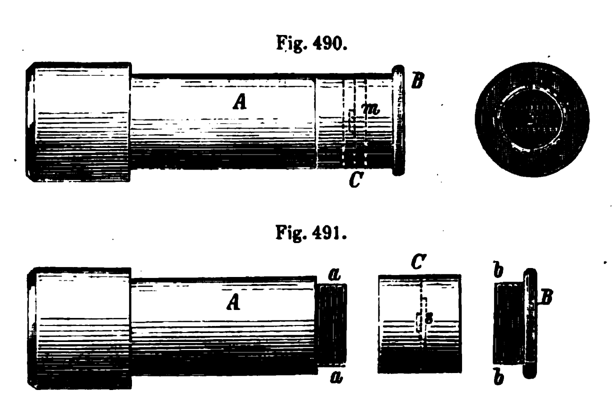
[6]) Kempe, Handbook of electric testing; 3te Aufl., 1884, S. 44.

[7]) Telegraphic Journal, 1884, Bd. 14, S. 130.

mit Hülfe einer aus einem Coconfaden gebildeten Schlinge *f*, deren Scheitel von dem an der Spiralfeder *b* angebrachten Häkchen erfasst wird; durch Lösen der Schraube *h* und Anziehen des unter ihr befindlichen Gleitstückes *i* kann man den Zweigen der Schlinge die nöthige Spannung ertheilen. Das ganze Stück Fig. 493 wird schliesslich in die

Fig. 490.

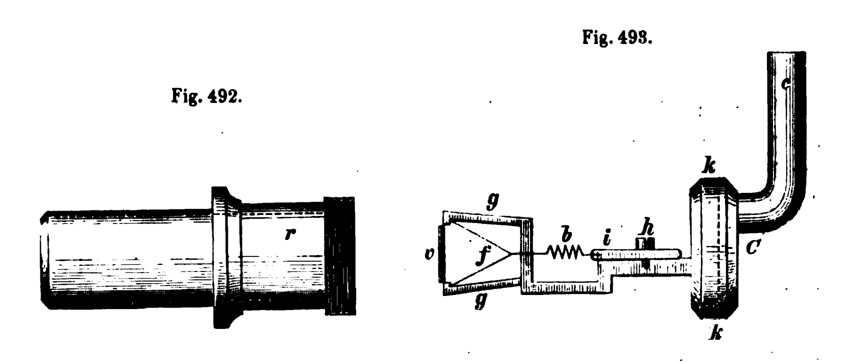
Fig. 491.



in Fig. 492 dargestellte Messingröhre *r* hineingeschoben und letztere an das Stück *k* angeschraubt. Die Füllung mit Glycerin geschieht vom Ende *C* aus und zwar am besten mit Hülfe eines Gummiballons und Schlauches. Die Erfahrung hat nun gelehrt, dass in Folge der auf den Spiegel geworfenen intensiven Lichtstrahlen sich Luftblasen in der

Fig. 492.

Fig. 493.

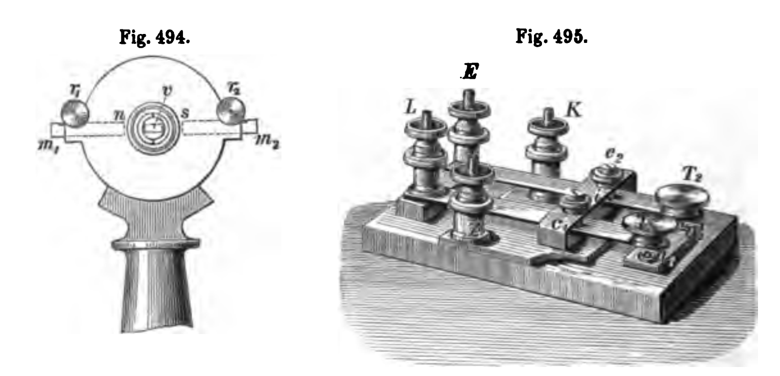


Röhre bilden, welche der freien Bewegung des Spiegels mitunter hinderlich sind, der Erfinder hat deshalb am rückwärtigen Ende der Röhre den Abzugscanal *c* für die Blasen angebracht. Der Röhrenansatz *c* wird zugleich zum Einfüllen des Glycerins benutzt.

Bei den vortrefflichen, von Siemens Brothers für die American Cable Company gefertigten Sprechgalvanometern, bei denen durch die

Füllung der Messingröhre, in welcher der Magnetspiegel schwebt, mit verdünntem Glycerin eine sehr energische Dämpfung, ohne wesentliche Beeinträchtigung der Deutlichkeit des Lichtbildes, erzielt wird, ist gar kein ausserhalb der Röhre angebrachter Richtmagnet vorhanden, sondern es sind zwei kleine, sehr starke Magnetstäbe m_1 und m_2, Fig. 494, welche durch zwei in der Rolle befindliche seitliche Schlitze hindurchgehen, möglichst nahe an die Spiegelröhre gerückt, und zwar so, dass ihre ungleichnamigen Pole *n* und *s* die Nadel *v* zwischen sich fassen, letztere daher in einem sehr intensiven magnetischen Felde schwebt. Die beiden Magnete sind an Zahnstangen befestigt und ihre Abstände von der Röhre lassen sich mit Hülfe der Handrädchen r_1 und r_2 auf das Feinste reguliren[8]). Die den Spiegel enthaltende Röhre ist in sehr sinnreicher Weise so angeordnet, dass man die Füllung mit Glycerin leicht vornehmen kann, ohne das Eintreten von Luftblasen be-

Fig. 494. Fig. 495.



fürchten zu müssen; ebenso lässt sich die etwa gerissene Fadenaufhängung ohne Mühe erneuern. Die Galvanometerrolle ist ebenfalls mit zwei getrennten Wickelungen, von denen die eine 2000, die andere 1000 Ohm Widerstand hat, versehen und mit Hülfe einer Fassung auf einem hölzernen Fusse befestigt.

Das Sprechgalvanometer von J. W. Fuller, Sekretär der Direct United States Cable Company, besitzt[9]) eine eigenthümlich-angeordnete, etagenförmige Wickelung und zwei kleine stabförmige Richtmagnete, welche[10]) von hinten dem Spiegel genähert oder von ihm entfernt werden.

---

[8]) Eine ganz ähnliche Konstruktion beschreibt James Graves in dem Journal of the Society of Telegraph Engineers, 1879, Bd. 9, S. 120.

[9]) The Telegraphic Journal, 1881, Bd. 9, S. 249.

[10]) Aehnlich wie bei Thomson's Marinegalvanometer (vergl. Kempe, Handbook, S. 46) und bei einer von Graves angewandten Anordnung (vergl. Society of Telegraph Engineers. 8, 119).

Die Einrichtung ist so, dass jeder dieser Stäbe für sich verstellt werden kann, ferner lässt sich mit Hülfe einer grossen Handschraube das Gleitstück welches die beiden Magnete trägt, hin- und herbewegen, so dass in diesem Falle die beiden Magnete gleichzeitig verschoben werden. Bei diesem Apparate, welcher sich dem Vernehmen nach[11]) auf dem Direct United States Kabel gut bewährt hat, ist auch für eine leichte Auswechselung der Spiegelröhre gesorgt.

IV. **Die Geber zum Sprechgalvanometer.** Die ältere[12]), übrigens auch heute noch hie und da benutzte Form, des Gebers Fig. 495 (2:7 der natürlichen Grösse) entspricht im wesentlichen der Fig. 68 auf S. 196 des 1. Bd. des Handbuches. Die beiden federnden Tasten T_1 und T_2 sind auf einer Ebonitplatte befestigt, sie stehen durch Klemmen bezw. mit der Linie (L) und der Erde (E) in Verbindung und liegen für gewöhnlich beide an einer die beiden Ruhecontacte c_1 und c_2 tragenden Metallschiene i um den Stromweg L, c_1, c_2, E geschlossen zu halten. Wird eine Taste auf den Arbeitscontact a_1 bezw. a_2 gedrückt, so legt sie den an die Klemme K angeschlossenen Kupferpol der Batterie an L oder E, während der Zinkpol über die Klemme Z gleichzeitig an E oder L liegen bleibt. Der Strom durchläuft also in beiden Fällen die Linie in entgegengesetzter Richtung. (Vergl. übrigens Fig. 305, S. 371.) Ueber die Schaltung dieses Senders vergl. V.

Der u. a. von der Anglo American Telegraph Company benutzte schon auf S. 505 besprochene Taster von Dickenson enthält in einer Messingdose zwei möglichst leichte gewöhnliche Morseschlüssel, deren dicht an einander gerückte Knöpfe aus der Dose hervortreten; dieser Geber wird meist mit Umschalter verbunden.

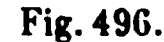
Wohl der grössten Verbreitung erfreut sich der Geber des Elektrikers Saunders der Eastern Telegraph Company. Fig. 496 stellt denselben in ungefähr halber natürlicher Grösse dar, in einer Anordnung der Schaltung, welche mit der auf S. 371 (Fig. 305) besprochenen über-

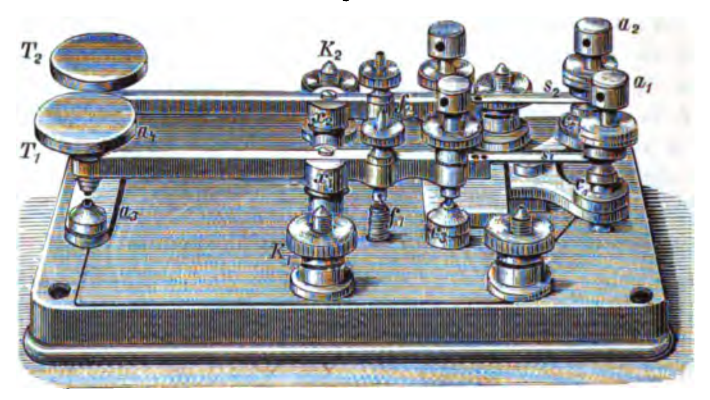
---

[11]) The Telegraphic Journal, 1882, Bd. 14, S. 551. (Muirhead versus Direct United States Cable Company).

[12]) Der von Thomson und Varley angegebene Sender, mittels dessen zur allmäligen Vernichtung der Ladung für jedes telegraphische Urzeichen fünf Ströme von abwechselnder Richtung und verschiedener Dauer (+ 100, — 156, + 80, — 32,5 und + 26) entsendet wurden, ist in Dingler's Journal, 161, 423 und in der Zeitschrift für Mathematik und Physik, 18, 477 beschrieben. Der nur drei Ströme für jedes Zeichen entsendender Kabelschlüssel von Siemens & Halske auf S. 481 des Berichtes über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879; Berlin 1880; J. Springer. — Beide Apparate sind nie zu dauernder Anwendung gekommen. Vgl. auch W. Smith, On the working of long submarine cables; Society of Telegraph Engineers, 1879, 8, 63 ff. — 1858 nahm Thomson ein Patent auf einen Sender, welcher für jedes Urzeichen drei Ströme von gleicher Länge aber verschiedener Stärke entsendete.

einstimmt. An den beiden in Lagern x_1 und x_2 drehbaren Tasterhebeln T_1 und T_2 sind zwei ziemlich starre stählerne Federn s_1 und s_2 aufgeschraubt; dieselben spielen zwischen den vier mit den beiden Polen der Batterie (in gleicher Weise wie in Fig. 495 a_1 und a_2, c_1 und c_2) verbundenen Contactschrauben a_1 und c_1, a_2 und c_2. Beim Niederdrücken von T_1 z. B. legt sich die Feder s_1 gegen a_1 und legt, wie aus der Schaltungskizze Fig. 497 hervorgeht, den Kupferpol der Linienbatterie B an Leitung (L), während der Zinkpol über c_2 an Erde (E) liegen bleibt. Um nun möglichst sichere Stromschlüsse zu erzielen, hat der Erfinder die Stücke a_3 und a_4, c_3 und c_4 welche den Hub der Hebel T_1 und T_2 begrenzen, mit den zugehörigen Contacten a_1 und a_2, c_1 und c_2 leitend verbunden, in der Weise dass der Kupferpol der Batterie zugleich an a_1, a_3, a_2 und a_4, der Zinkpol an c_1, c_2, c_3 und c_4 geführt ist. Beim


Fig. 496.



Druck auf eine Taste findet also der Contact zuerst z. B. bei a_1, einen Augenblick später auch bei a_3 statt. Bei f_1 ist die eine der beiden Federn, welche in der Ruhelage die Tasterhebel gegen die Ruhecontacte c_3 und c_4 pressen, sichtbar.

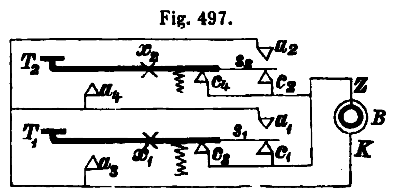
Wie dieser Taster von Saunders benutzt werden kann, um zwei getrennte Stromkreise gleichzeitig zu schliessen, wird in V. (S. 587) gezeigt werden.

V. **Die Schaltung des Gebers beim Sprechgalvanometer.** In Fig. 498 ist die Schaltung der beiden Stationen in Penzance und in Canso nahe der Dover-Bay der American und Cable Telegraph Company skizzirt. Nach den von Dr. Tobler in der Elektrotechnischen Zeitschrift, **1884**, 74 in Bezug auf diese Skizze gemachten Mittheilungen werden hier, wie beim Heberschreibapparate (S. 506), beim Telegraphiren nicht Batterie-

ströme durch das Kabel geschickt, sondern aus einem Condensator[13]) abfliessende Elektricität. Daher befindet sich auf jeder der beiden Stationen ein Condensator C_1 bezw. C_2 von bedeutender Capacität, ein Kurbelumschalter U, welcher die innere Belegung des Condensators C entweder an das Galvanometer G oder den Doppelschlüssel T zu legen gestattet, und eine Batterie B. Die äusseren Belegungen beider Condensatoren sind durch das Kabel K mit einander verbunden.

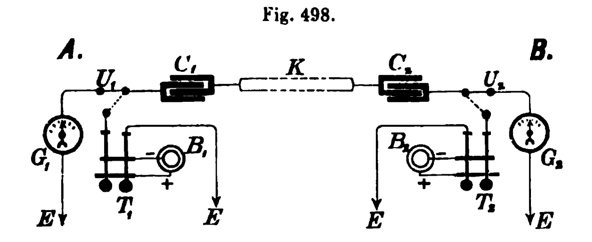
In der Ruhelage sind nun in den beiden Stationen **A** und **B** die Umschalter mit G_1 und G_2 in Verbindung, wie dies in Fig. 498 angegeben ist.

Fig. 497.



Soll von **A** nach **B** telegraphirt werden, so rückt man in **A** die Umschalterkurbel in die in Fig. 498 punktirt angedeutete Lage, auf den mit dem Doppelschlüssel T_1 verbundenen Contact und drückt z. B. die linke Taste. Der + Pol der Batterie B_1 ist nun mit der inneren Belegung des Condensators C_1, der — Pol mit der Erde in Verbindung. Auf der äusseren Belegung von C_1 verdichtet sich negative Elektricität,

Fig. 498.



es fliesst positive Elektricität durch das Kabel K nach **B** in die äussere Belegung des Condensators C_2, wobei auf der inneren, durch das Galvanometer G_2 mit der Erde verbundenen negative Elektricität verdichtet wird; diese letztere Strömung bewirkt, dass der Lichtzeiger von G_2 abgelenkt wird. Hält man nun die Taste so lange niedergedrückt, bis die Ladung der Condensatoren und des Kabels eine vollständige gewor-

[13]) Bei Benutzung des Condensators wird die Sprechgeschwindigkeit etwas grösser, und zugleich entzieht seine Anwendung das Kabel dem Einfluss der Erdströme da das Kabel an seinen Enden nicht mehr an Erde zu liegen kommt. Die Schaltung entspricht nämlich, was die Condensatoren betrifft, ganz derjenigen beim Heberschreibapparate; vgl. S. 506.

den ist, so hat dies zur Folge, dass der Lichtzeiger in **B** in die Ruhelage zurückkehrt.

Beim Loslassen der Taste endlich entladen sich Kabel und Condensatoren wieder, und die in **B** aus der inneren Belegung von C_2 in die strömende negative Elektricität lenkt G_2 nach der entgegengesetzten Seite ab. Offenbar wäre auf diese Weise ein Telegraphiren mit Strömen von gleicher Zeitdauer, aber entgegengesetzter Richtung unmöglich, da jeder Bewegung des Schlüssels ein Ausschlag nach der einen und ein solcher nach der anderen Seite entsprechen müsste. Dauert aber der Contact in **A** nur ganz kurze Zeit, und wird hierauf die innere Belegung von C_1 sofort an Erde gelegt, so schlägt die Nadel in **B** aus und kehrt sofort in die Nulllage zurück, ohne dieselbe nach der entgegengesetzten Seite zu überschreiten, da in Folge der bereits erwähnten starken Dämpfung am Galvanometer die aus dem Condensator C_2 in die Erde strömende negative Elektricität keine andere Wirkung ausübt, als den Rückgang der Nadel zu beschleunigen. Bei etwas längerem Contacte, wenn die Nadel schon vor Eintritt der Entladung anfängt, sich der Nulllage zu nähern, wird ein mehr oder weniger starker Ausschlag nach der negativen Seite hin erfolgen.

Würde man an Stelle des verhältnissmässig wenig empfindlichen Sprechgalvanometers ein astatisches Spiegelgalvanometer von höchster Empfindlichkeit einschalten, so liesse sich die Wirkung des Entladungsstromes unter allen Umständen nachweisen. Auffallender Weise sind die eben besprochenen Vorgänge in keinem Lehrbuche der Telegraphie richtig gedeutet, am wenigsten in Schellen, Der elektromagnetische Telegraph, 5. Aufl. Braunschweig 1870, S. 355 ff., ja in letzterem S. 360 und ebenso in Prescott, Electricity, S. 558 wird irrthümlich angegeben, als Empfänger werde auf langen Kabeln ausschliesslich Thomsons astatisches Spiegelinstrument benutzt.

Wird auf der gebenden Station die andere, rechte Taste gedrückt, so sind die elektrischen Vorgänge dieselben, nur haben sämmtliche Ströme jetzt entgegengesetzte Vorzeichen.

Es sei noch bemerkt, dass früher vielfach nur ein Condensator angewandt wurde, der auf der empfangenden Station sich während des Telegraphirens zwischen Empfänger und Erde befand. Die Erfahrung hat aber gelehrt, dass die Wirkung der Erdströme, die bekanntlich zwischen England und Amerika oft in grosser Stärke auftreten, durch die oben beschriebene Schaltung fast ganz aufgehoben wird, was bei Anwendung nur eines Condensators in geringerem Masse der Fall ist. Ausserdem fallen bei Einschaltung zweier Condensatoren die Zeichen schärfer aus, wobei indessen die Batterie etwas stärker genommen werden muss[14]).

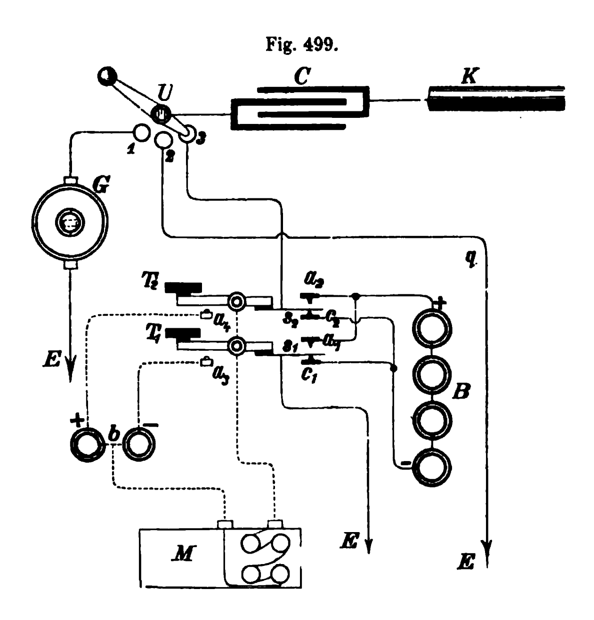
[14]) Vgl. auch Graves, Society of Telegraph Engineers. Bd. 8, S. 118 ff.



Es hat sich ferner als vortheilhaft erwiesen, das eine der beiden der Gesellschaft gehörigen Kabel ausschliesslich zum Geben, das andere zum Empfangen zu benutzen. Die Sprechgeschwindigkeit auf diesen beiden Kabeln beträgt 12 bis 15 Wörter (Chiffern) in der Minute.

Um eine bleibende Controle über die abgehenden Telegramme zu ermöglichen, ist der Sender des einen Kabels (von 1882) folgendermassen eingerichtet, bezw. eingeschaltet worden. Als Zeichengeber dient der in IV. bereits besprochene und abgebildete, von Saunders, angegebene Doppelschlüssel (vergl. Fig. 496 auf S. 584) mit den folgenden Abänderungen. An den beiden neben einander liegenden

Fig. 499.



Tasterhebeln T_1 und T_2, Fig. 499, sind, durch Hartgummizwischenlagen gegen die Hebel isolirt, zwei ziemlich starre, stählerne Contactfedern s_1, s_2 befestigt; dieselben spielen zwischen vier mit den beiden Polen der Sprechbatterie B verbundenen Schrauben, wie die Figur deutlich erkennen lässt. Beim Druck auf T_1 z. B. legt sich die Feder s_1 gegen die obere Contactschraube und zugleich tritt der Schlüsselhebel mit dem Contacte a_3 in Berührung. Es wird also auf diese Weise der gleichzeitige Schluss zweier getrennter Stromkreise ermöglicht. a_4 ist mit dem + Pol der einen Hälfte der Ortsbatterie b, a_3 mit dem — Pol der anderen Hälfte dieser Batterie verbunden; von den anderen Polen beider Hälften, sowie von den Axenlagern der beiden Hebel T_1, T_2 führt

je ein Draht zum Schreibapparate *M*. Letzterer ist ein Siemens'scher polarisirter Doppelschreiber mit Selbstauslösung, welcher mittels zweier Elektromagnete und zweier Schreibhebel auf einem Papierstreifen in zwei Zeilen sog. Steinheil-Schrift erzeugt, wobei ein Punkt in der oberen Reihe einem Striche, ein solcher in der unteren einem Punkte des Morse'schen Alphabetes entspricht. Der eine Elektromagnet spricht nur auf positive, der andere nur auf negative Ströme an. Ein Druck auf den Tasterhebel T_1 bringt also den + Pol der Sprechbatterie *B* über s_1 mit dem Condensator, den — Pol mit der Erde in Verbindung und schliesst zugleich die eine Hälfte der Ortsbatterie *b* über a_3 und *M*, ruft also auf dem Papierstreifen ein + Zeichen hervor u. s. w.

Die Anordnung des Umschalters *U* ergiebt sich sofort aus Fig. 499. Der mittlere Contact 2 ist mit der Erde *E* verbunden, um beim Uebergange vom Geben zum Empfangen den Condensator *C* stets vollständig über *q* zur Erde *E* zu entladen. Bei raschem Umlegen der Kurbel giebt indessen *G* stets einen kleinen Ausschlag.

Der Zeichengeber des zweiten Kabels (1881), ein gewöhnlicher Doppelschlüssel, wird nur zum Austausche kurzer, dienstlicher Phrasen benutzt.

§. 26.

Die Zeigertelegraphen.

I. **Allgemeines.** Die Zeigertelegraphen sind aus der elektrischen Telegraphie im engeren Sinne bereits fast ganz verschwunden[1]). Die vom Internationalen Bureau der Telegraphen-Verwaltungen in Bern zusammengestellten und im Journal télégraphique veröffentlichten statistischen Nachweise bieten darüber für die Jahre 1875, 1882 und 1883 (Journal télégraphique, **3**, 428; **7**, 248; **8**, 52 und 224 und **9**, 72) folgende Zahlen:

1875 waren in Bayern noch 632 Magnetzeigertelegraphen von Siemens und Halske in Gebrauch; von diesen werden 1882 und 1883 die 323 übrig geblieben sein, welche im Journal télégraphique, **7**, 251 und **8**, 227 unter Deutschland kurz als Siemens'sche Zeigertelegraphen aufgeführt sind.

In Frankreich waren im Jahr 1883 noch 632 Zeigertelegraphen (gegen 1388 im Jahr 1875 und 657 im Jahr 1882) im Betrieb, in Algier und Tunis (1882 und 1883) 9 Zeigertelegraphen. Dieselben sind nicht näher bezeichnet, werden indessen schwerlich andere als Bréguet'sche sein.

---

[1]) Dass dasselbe auch im Telegraphendienste der Eisenbahnen der Fall ist, wurde schon im 4. Bande S. 856 bis 859 und namentlich durch die umfassende Tabelle II nachgewiesen.

Belgien benutzte 1882 6 Zeigertelegraphen von Bréguet und mit diesen werden jedenfalls die in der Tabelle für 1883 noch aufgeführten 6 „Telegraphen anderer Systeme“ zusammenfallen.

Bei Schweden finden sich für 1882 und 1883 ohne nähere Angabe 2 Zeigertelegraphen aufgeführt, und es wird hinzugefügt, dass bei den (blos für den inländischen Dienst geöffneten) Eisenbahn-Telegraphenämtern 1883 602 Zeigertelegraphen, 1882 dagegen 578 vorhanden waren.

In der Tabelle für 1875 werden unter Norwegen 19 Zeigertelegraphen von Gebrüder Digney und 20 Siemens'sche Magnetzeiger aufgezählt. 1882 und 1883 hatte Norwegen nur Morse-Telegraphen im Betrieb, die norwegischen Eisenbahn-Telegraphenämter aber besassen 1882 ausser 60 Morse noch 82 Zeigertelegraphen von Digney und 44 magnetelektrische von Siemens, 1883 dagegen neben 41 Morse 111 Zeigertelegraphen von Digney und 32 magnetelektrische von Siemens.

Zeigertelegraphen von Wheatstone wurden 1882 benutzt: 40 in Victoria und 7 in Neu-Seeland; die letzteren sind ausdrücklich als Zeigertelegraphen bezeichnet, die ersteren werden nur kurz als „Wheatstonesche Apparate“ aufgeführt, es wäre also nicht ausgeschlossen, dass sie Nadeltelegraphen wären; in der Tabelle für 1883 fehlt Victoria ganz, und bei Neu-Seeland sind ohne nähere Erläuterungen 1082 „Apparate anderer Systeme“ aufgezählt.

Zeigertelegraphen mit Synchronismus finden sich sonach im Betriebe nirgends vor, wie dies auch schon auf S. 206 des 1. Bandes bemerkt worden ist.

Von den mit Batterieströmen betriebenen Zeigertelegraphen mit schrittweiser Zeigerbewegung ferner sind nur die von Bréguet-Digney in Gebrauch, welche im 1. Bande S. 218 ff. eingehend beschrieben worden sind, hier aber nicht weiter berührt werden mögen.

Dagegen sind die mit Magnetinductions-Wechselströmen arbeitenden Zeigertelegraphen von Siemens und von Wheatstone (vgl. 1, 210) hier näher zu besprechen, und es mag zunächst ein Blick auf die Stromgebung und Stromerzeugung bei ihnen im Vergleich mit den Stöhrer'schen Zeigertelegraphen (vgl. 1, 250; 4, 183), den ältesten Magnetzeigern, geworfen werden. — In allen dreien wird übrigens der Zeiger im Empfänger unmittelbar durch die Ströme bewegt, ohne Mitbenutzung eines Lauf- oder Triebwerkes. (Vgl. auch 4, 347 ff.)

II. **Die Stromgebung bei den Magnetzeigern.** Die zum Betriebe der magnetelektrischen Zeigertelegraphen mit polarisirtem Empfänger erforderlichen Wechselströme werden mittels eines Magnetinductors (vgl. Handbuch, 2, 267 ff.) erzeugt. Die Drahtrolle, in welcher diese Ströme erregt werden, ist bei den in Zeigertelegraphen benutzten In-

ductionsmaschinen theils auf dem Eisenkerne angebracht und wird mit diesem vor oder über den Polen des Stahlmagnetes bewegt, theils sitzt sie dagegen auf den Polen des Stahlmagnetes fest und vor ihr bewegt sich ein Kern oder Anker aus weichem Eisen. Die Bewegung ist in beiden Fällen gewöhnlich eine Drehung von sich gleichbleibender Drehungsrichtung; doch sind in der Telegraphie auch Inductionsmaschinen zur Verwendung gekommen, in denen die Inductorrolle hin und her bewegt wurde. Letzteres ist z. B. der Fall bei Stöhrer's tragbaren Zeigertelegraphen (vgl. Handbuch, **4**, 184) und bei der einen Form von Henley's Zeiger- und Nadeltelegraphen (vgl. Handbuch, **1**, 193 u. 283).

Die Benutzungsweise des Inductors bei den Zeigertelegraphen ist wesentlich abweichend von jener in den Nadeltelegraphen (vgl. Handbuch, **1**, 78, 82, 191 und 193).

In allen Fällen muss — nach S. 353 — mit der Strom erzeugenden Maschine in dem Geber eine Abzählvorrichtung verbunden sein, damit der Gebende bequem beurtheilen kann, ob und wann er die zum Hervorbringen eines telegraphischen Zeichens nöthigen Ströme entsendet und somit die zu diesem Zeichen gehörige Anzahl von Elementarzeichen im Empfänger hervorgebracht hat. Am einfachsten und bequemsten benutzt man im Empfänger als Elementarzeichen die schrittweise Fortbewegung eines auf eine Axe aufgesteckten Zeigers über einer unbeweglichen Buchstabenscheibe, deren Felder in einem oder in mehreren Kreisen mit den Buchstaben, den Ziffern und sonstigen Zeichen beschrieben sind. Man pflegt den stets in gleicher Richtung umlaufenden Zeiger nicht nach jedem einzelnen Zeichen auf das als Marke (vgl. Handbuch, **1**, 204) benutzte Kreuz (†) zurückzuführen, sondern immer das Feld, worauf er eben rastete, als neue Ruhestelle und neuen Ausgangspunkt zu benutzen. Durch jede einzelne Stromgebung könnte man dabei den Zeiger um ein halbes oder um ein ganzes Feld fortschreiten lassen. Im erstern Falle sind zwar zum Telegraphiren eines Buchstabens doppelt soviel Ströme nöthig, als im letztern Falle, dafür würde aber im erstern Falle in elektrischer Beziehung eine grössere Gleichmässigkeit vorhanden sein, insofern zum Ueberschreiten jedes Feldes ein Strompaar erforderlich wird und somit nach jedem Stillstande des Zeigers die neue Stromfolge stets mit einem Strome von der nämlichen Richtung beginnt, so wie auch die vorausgegangene Folge stets mit einem Strome der entgegengesetzten, also auch stets derselben Richtung endete, so dass das Bild der Stromfolgen unverändert etwa + — + — + ... + — ist, während im anderen Falle die Stromfolgenbilder + — + — + — .... und — + — + — + ... mit einander abwechseln werden und sich zugleich etwas Bestimmtes über das Vorzeichen des letzten Stromes in jeder Folge nicht sagen lässt.

Die Bewegung des Kerns mit der Drahtrolle vor den Magnetpolen bez. des Ankers vor der auf die Pole aufgesteckten Rolle bedingt allein noch nicht die Erzeugung und die Entsendung der Inductionsströme, vielmehr ist zu letzterer eine Schliessung der nach dem Empfänger führenden Telegraphenleitung und eine Einschaltung der Inductorrolle in dieselbe nöthig. Es stehen daher in Beziehung hierauf zwei verschiedene Verfahrungsweisen beim Telegraphiren zur Verfügung, nämlich:

1. man bewegt den Inductor nur dann, wenn man Telegraphirströme entsenden will, und sorgt für deren wirkliche Entsendung dadurch, dass man während der Drehung die Leitung beständig geschlossen erhält und ebenso auch die Inductorrolle beständig in dieselbe eingeschaltet lässt;

2. man lässt den Inductor sich beständig bewegen, schliesst aber die Leitung durch die Rolle nur während der Zeiten, in welchen wirklich Telegraphirströme entsendet werden sollen.

Das Erstere wird das bequemste sein, falls man die Bewegung des Inductors mittels der Hand bewirken will. Man wird eben dann nur zu der Zeit und so lange den Inductor bewegen, als man Telegraphirströme entsenden will, und man wird dabei, wenn es sich um eine Drehbewegung handelt, am einfachsten gleich — wie bei den Siemens'schen Magnetzeigern; vgl. III. — die Kurbel, womit die Hand die Drehung hervorbringt, als Abzählvorrichtung benutzen, indem man dieselbe sich über einer Buchstabenscheibe drehen lässt, welche genau so wie die Buchstabenscheibe (das Zifferblatt) des Empfängers beschrieben ist. Eine Schattenseite dieser sonst sehr einfachen Anordnungen liegt darin, dass die Zuverlässigkeit des Telegraphen wesentlich mit von der (willkürlichen) Geschwindigkeit der Bewegung des Inductors abhängt, welche einerseits so verlangsamt werden kann, dass die dadurch zeitlich lang gestreckten und geschwächten Stromstösse eine Wirkung im Empfänger nicht hervorzubringen vermögen, während sie andererseits so weit gesteigert werden kann, dass der Empfänger den überaus rasch auf einander folgenden Stromstössen nicht folgen kann, in ihm also einzelne Elementarbewegungen ausbleiben.

Erscheint es hiernach räthlich, die Drehung mit einer sich stets gleichbleibenden Geschwindigkeit durch ein besonderes Laufwerk hervorzubringen, so wird man es vorziehen, die Drehung ohne Unterbrechung vor sich gehen zu lassen, und dann wird man weiter — genau so, wie wenn man mit der Hand eine ununterbrochene Drehung erzeugt — nicht nur eine besondere Vorrichtung zur Schliessung und Unterbrechung der Leitung hinzufügen müssen, sondern auch eine Kuppelungsvorrichtung für die Abzählvorrichtung, damit die letztere nicht beständig — wie die Drehung — in Thätigkeit tritt, sondern nur dann,

wenn durch die Drehung wirklich Ströme erzeugt und in die Leitung entsendet werden. In diesem Falle*) liegt der Gedanke ganz nahe, die abgesendeten Ströme mit durch den eigenen Empfänger gehen zu lassen und dann den Zeiger des Empfängers zugleich als Theil der Abzählvorrichtung mitzubenutzen, und wenn man dies thut, so wird man weiter versuchen eben diesem Zeiger des Empfängers auch die Schliessung und Unterbrechung der Leitung zu übertragen. Es lässt sich das Letztere — wie Stöhrer gezeigt hat; vgl. Handbuch, 1, 252 — in sehr einfacher Weise durchführen, weil es ja nur nöthig erscheint, dafür zu sorgen, dass der Zeiger beim Eintreffen auf dem zu telegraphirenden Zeichen die Leitung unterbricht, bei seinem später (nach zeitweisem Stillstande) folgenden Weitergehen aber die Schliessung der Leitung wieder gestattet. Allein, wenn man — wie Stöhrer — dabei unterlässt, den Beginn dieses Weitergehens des Zeigers in organischen Zusammenhang mit dem Inductor zu bringen, so wird man die Erhaltung der Uebereinstimmung mehrerer in dieselbe Leitung eingeschalteter Telegraphen gefährden, weil es bei der sehr wechselnden Stärke der vom Inductor gelieferten Ströme (vgl. Handbuch, 2, 269 ff.) vorkommen kann, dass gelegentlich nicht das Strommaximum, sondern nur der rasch abfallende Theil des Inductionsstosses noch in die Leitung gelangt und zwar in den fein gestellten Telegraphen, nicht aber in den etwas gröber eingestellten die beabsichtigte Wirkung hervorbringt d. h. den Zeiger um einen Schritt fortrücken lässt.

Für die dauernde, zuverlässige Erhaltung der Uebereinstimmung der Zeigerstellung und der Zeigerbewegung bei mehreren in dieselbe Leitung eingeschalteten Telegraphen erscheint es daher unerlässlich, den Zeitpunkt der Wiederschliessung der Telegraphenleitung nach jedem Stillstande der Zeiger nicht dem Zufalle zu überlassen, sondern fest an bestimmte Stellungen der beweglichen Theile im Inductor zu binden, an bestimmte Phasen der Bewegung desselben und der Stromerzeugung d. h. schliesslich an gewisse Stellungen der Räder des Laufwerks. So würde z. B. im Stöhrer'schen Telegraph die Bewegung der den Zeiger ZZ' in Fig. 132 auf S. 252 des 1. Bandes frei gebenden Kurbel oO' nicht in die Hand des Telegraphirenden gelegt werden dürfen, sondern diese Kurbel müsste in geeigneter Weise vom Triebwerke des Inductors bewegt werden, unter Erfüllung der eben ausgesprochenen Bedingung, und der Telegraphirende hätte blos die Möglichkeit des Mitnehmens der Kurbel vom Triebwerke herbeizuführen und die jedesmalige Grösse des von der Kurbel zurückzulegenden Weges vorzuschreiben.

*) Natürlich kann dasselbe auch bei Zeigertelegraphen geschehen, deren Inductor mit der Hand bewegt wird; so z. B. bei Stöhrer's Schüttelapparaten (vgl. Handbuch, 4, 184).



Sicherer aber und deshalb zweckmässiger wird man dann — wie in Wheatstone's Magnetzeiger; vgl. IV. und V. — die Schliessung und Unterbrechung der Leitung nicht dem leichten Zeiger des Empfängers übertragen, sondern einem besonderen, mit einer geeigneten Abzählvorrichtung zu verbindenden Theile des Laufwerks, etwa einem Contact machenden Rade. Nach den voraufgegangenen Erörterungen darf aber dieser Theil mit dem übrigen Laufwerke nicht in fester Verbindung stehen, er muss vielmehr mit demselben durch eine Kuppelung verbunden und von ihm auch abgetrennt werden können. Diese Kuppelung muss ferner in gewissem Sinne selbstthätig sein und zugleich von dem Willen des Telegraphirenden abhängen. Letzterer muss nämlich zwar jedesmal die Erlaubniss geben, dass eine neue Stromfolge entsendet werde, und bestimmen, wie viel Ströme diese Folge enthalten soll, das Laufwerk dagegen muss selbstthätig den Zeitpunkt für den Beginn der Stromfolge wählen, denn es hat dafür zu bürgen, dass jeder Telegraphirstrom in voller Stärke der Leitung zugeführt werde und dass der erste Strom jeder Folge das richtige Vorzeichen besitze.

Wenn man nämlich den Zeiger des eigenen Empfängers zugleich als Abzählvorrichtung für die entsendeten Ströme verwenden würde, so möchte es gleichgiltig sein, welches Vorzeichen der erste Strom der Folge hat, und es wäre nur dafür zu sorgen, dass jeder Strom voll in die Leitung gelangt; denn hat der erste Strom falsches Vorzeichen, so kann er in den polarisirten Empfängern nicht wirken, er wirkt aber zugleich auch nicht in dem jetzt als Zählvorrichtung dienenden Empfänger des gebenden Amtes; deshalb bleiben Geber und Empfänger trotz des falschen Vorzeichens des ersten Stromes in Uebereinstimmung, dieser Strom von falscher Richtung zählt eben einfach nicht mit. Wenn dagegen die Abzählvorrichtung im Geber vom Laufwerke des Inductors in Bewegung gesetzt wird, so zählt sie alle entsendeten Ströme unbekümmert darum, ob dieselben in den Empfängern wirken oder nicht; wäre also der erste Strom einer Folge von falschem Vorzeichen, so würde er im Geber gezählt werden, ohne dass er in den Empfängern wirkt, und damit wäre der Geber mit den Empfängern der fremden Aemter — und auch mit dem des gebenden Amtes selbst — ausser Uebereinstimmung gebracht.

Stellen wir uns nun vor, dass — etwa in ähnlicher Weise wie in Wheatstone's Magnetzeigern — die Kuppelung aus einem vom Triebwerke in beständiger Umdrehung erhaltenes Zahnrad R und aus einem in dasselbe sich einlegenden Mitnehmer N bestehe, und lassen wir den letztern gleich als den das Abzählen der Ströme besorgenden Theil der Abzählvorrichtung gelten, wozu ja nur nöthig wäre, dass er über einer

Buchstabenscheibe umliefe. Auf der Axe des Mitnehmers sitze ferner das Contactrad C und das Ausheben des Mitnehmers aus dem Rade R werde durch Tasten vermittelt, welche der Telegraphirende niederzudrücken hat.

Nach jedem Stillstande darf also N von R nur mitgenommen werden, wenn die Entsendung eines Stromes bevorsteht, welcher in den Empfängern wirken kann, welcher demnach das entgegengesetzte Vorzeichen von dem letzten Strome der zuletzt vorausgegangenen Stromfolge hat. Am frühesten wird das Wiedermitnehmen nach einer erfolgten Ausrückung des Mitnehmers N aus R eintreten, wenn es bereits von demjenigen Zahne z_1 des Rades R herbeigeführt wird, welcher zunächst auf den Zahn z_0 folgt, bei welchem N ausgerückt wurde und dann in Folge dessen still stehen blieb; das Wiedermitnehmen beginnt dann, wenn dieser nächstfolgende Zahn z_1 an den Ort gekommen ist, wo bei dem ihm vorausgehenden Zahne z_0 die Ausrückung erfolgte, d. h. wenn das Rad R sich um einen Zahn weiter gedreht hat; soll jetzt der Inductor als nächsten Strom einen entgegengesetzt gerichteten Strom liefern, so muss er soeben wiederum einen mit dem letzten wirksamen Strome gleichgerichteten Strom geliefert haben. Hiernach muss der Inductor zwei Ströme[3]) liefern, während das Rad R sich um einen Zahn dreht.

Ausserdem muss die Gesammtzahl n der Zähne des Rades R der Anzahl f der Felder der Buchstabenscheibe des Empfängers angepasst werden, welche mit der Zahl t der Tasten übereinstimmt. In dieser Beziehung ist aber streng zu unterscheiden, ob jeder Strom den Zeiger des Empfängers um ein ganzes, oder um ein halbes Feld springen macht.

Lässt jeder Strom den Zeiger nur um ein halbes Feld springen, so fängt jede Stromfolge mit einem Strome von einer bestimmten Richtung an und schliesst mit einem Strome der entgegengesetzten Richtung, wie dies schon auf S. 590 auseinandergesetzt worden ist. Wenn daher z. B. nach **a** der Buchstabe **b** telegraphirt werden soll, d. h. wenn etwa der Zahn z bei der Taste **a** die Einrückung des Mitnehmers N vermittelte und bei der Taste **b** schon wieder die Ausrückung von N vermitteln muss, das Rad R also sich nur um einen dem Abstande zweier aufeinander folgender Tassten entsprechenden Winkel (kürzer gesagt: um die Breite einer Taste) dreht, so müssen doch zwei Ströme entsendet worden sein. Diese zwei Ströme werden aber entsendet, während

[3]) Wenn der Inductor bei jeder Drehung des Rades R um einen Zahn $2x$ Ströme lieferte, so würde er der eben erörterten Forderung zwar auch genügen, diese Anordnung wäre jedoch in anderer Beziehung unzweckmässig.



R sich um einen ganzen Zahn dreht, daher muss die Zähnezahl von R der Tastenanzahl gleichen, oder $f = t = n$ sein.

Wenn dagegen jeder Strom den Zeiger der Empfänger um ein ganzes Feld springen lässt, so darf nur ein Strom vom Inductor geliefert und entsendet werden, während sich das Rad R um die Breite einer Taste dreht; ein Strom wird aber geliefert bez. entsendet, während sich das Rad R um einen halben Zahn dreht, und deshalb darf

Fig. 500.



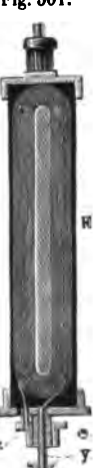
jetzt die Zähnezahl nur halb so gross sein, als die Anzahl der Felder und Tasten, oder es muss $f = t = 2\,n$ sein.

III. **Der Magnetzeiger von Siemens.** In Fig. 500 ist der seit 1856 für die verschiedensten Zwecke verwendeten Siemens'sche Magnetzeigertelegraph[4]) abgebildet und zwar ohne den ihm meistens beige-

[4]) Eine etwas abweichende, besonders auf den Gebrauch für die Haustelegraphie berechnete Form des Magnetzeigers ist im 4. Bande des Handbuchs auf S. 84 beschrieben und abgebildet worden.

gebenen Magnetinductionswecker[5]), welcher in der Schaltungsskizze Fig. 505 angedeutet ist. In dem grösseren viereckigen Kasten ist der als Stromerzeuger dienende, in Fig. 501 im Schnitt abgebildete Cylinderinductor (vgl. Handbuch, 1, 238; 2, 275) untergebracht, dessen Bewickelung E die Höhlungen a und b, Fig. 502, des doppelt-T-förmigen Kernes $c\ d$ ausfüllt. Die Enden y und z der Bewickelung sind mit der Axe des Inductors, bez. einer auf diese isolirt aufgesteckten Hülse verbunden, von denen aus Schleiffedern den Strom abführen. In ein oben auf der Inductoraxe sitzendes Getriebe greift ein auf die Axe x der Kurbel H aufgestecktes Zahnrad ein. Die Kurbel H ist mit ihrer Axe x durch einen Stift verbunden, um welchen sie sich ein wenig auf und nieder drehen lässt. In die Kurbel ist an ihrer Unterseite ein Stab eingenietet, welcher beim Anstossen an die Vorsprünge des kronenförmigen Randes der Buchstabenscheibe J etwas nach rückwärts federt. Wird die Kurbel H über der Buchstabenscheibe J um 1 Feld gedreht, so macht die zwischen den Polen n und s einer grössern Anzahl (12) einander nicht berührender, in eine gemeinschaftliche lothrechte Platte eingenieteter Stahl-Magnetpaare U, U stehende Inductorrolle E eine halbe Umdrehung und entsendet einen Strom in die Linie. Dieser Strom durchläuft auch die Spule M, Fig. 503, des in dem Raume unter dem verschliessbaren Deckel des pultförmigen Aufsatzes untergebrachten eigenen Empfängers.

Fig. 501.



Da die einander folgenden Ströme des Cylinderinductors von verschiedener Richtung sind, so werden durch sie die beiden Kernfortsätze A der Spule M abwechselnd nord- und südmagnetisch, gehen daher zwischen den Polen N und S der stählernen Hufeisenmagnete B und B' hin und her, und dabei bewegt sich die an dem der Buchstabenscheibe V zunächst liegenden Kerne angebrachte Gabel D mit

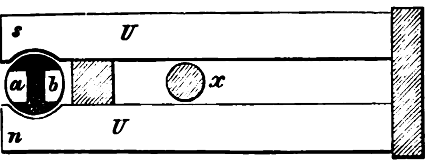
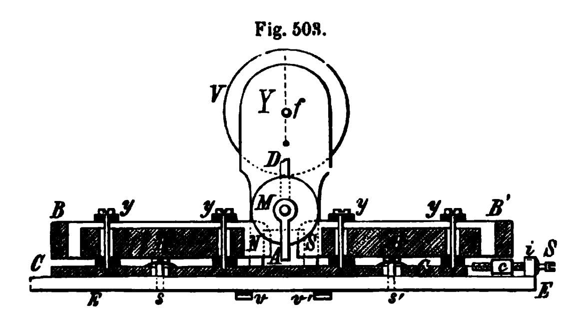


Fig. 502.

[5]) Die Beschreibung dieses Weckers befindet sich auf S. 45 des 4. Bandes. In demselben bewegt ein besonderer Elektromagnet den Anker und lässt den Klöppel k an zwei links und rechts von ihm angebrachte Glocken schlagen. — Anstatt dessen wurden auch zwei Glocken mit unter dem den Empfänger enthaltenden pultförmigen Kasten untergebracht und ein Klöppelhebel hinzugefügt, welcher beim Eindrücken des in Fig. 500 an der linken Seite sichtbaren Knopfes K, in den Bereich der Gabel D, Fig. 503 und 504, am Anker des Elektromagnetes M des Empfängers gebracht und dann von dieser Gabel mit hin und her bewegt wurde.

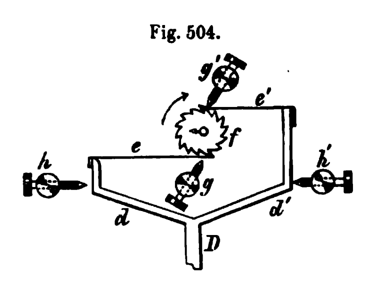
ihren Armen d, d', Fig. 504, zwischen den Stellschrauben h und h' hin und her und versetzt mittels der Hakenfedern e und e' das Steigrad f und den auf dessen Axe sitzenden Zeiger in schrittweise Drehung. Die Axe von f ist in dem Träger Y und einem auf diesen aufgeschraubten Bügel gelagert. Dass sich f durch seine Trägheit um mehr als einen Schritt auf einmal drehe, verhüten die Stellschrauben g und g', indem sie ein Ausweichen der Zugfedern e und e' unter dem Drucke des nächstfolgenden Zahnes unmöglich machen. Die Magnete B und B' ruhen auf 4 Leisten der Platte C und werden in die richtige Entfernung

Fig. 503.



von einander gebracht, bevor sie mittels der 4 quer über B und B' gelegten Riegel und der 4 Schrauben y auf C festgepresst werden. Durch 2 Schrauben s und s' wird C mit der messingenen Grundplatte E verbunden; diese beiden Schrauben gehen aber durch längliche Löcher in C und drücken diese Platte C nur mittels federnder Unterlegscheiben gegen E. Durch die in dem Ansatze i an E festliegende Schraube S, Fig. 500 und 503, welche ihre Mutter in der auf C aufgeschraubten Brücke c hat, lässt sich daher C nebst den beiden Magneten B und B', welche dabei ihre Entfernung von einander beibehalten, gegen A verstellen; bei c ist C entsprechend tief geschlitzt. Innerhalb B und B' liegen zwei Holzklötzchen H und H'.

Fig. 504.

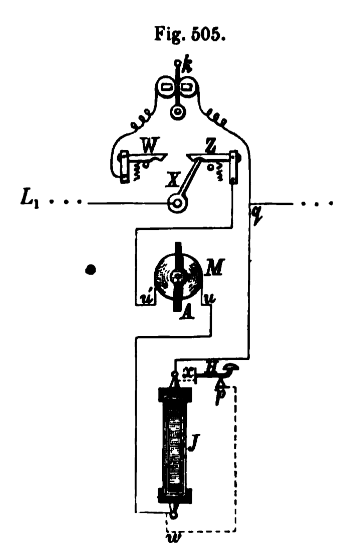


An der Axe des Steigrädchens f, Fig. 504, ist noch eine etwas längere Schneide angebracht, welche sich an dem im rechten Winkel umgebogenen oberen Ende eines zweiarmigen Hebels fängt, sobald der der untere Hebelarm mittels Drückens auf den unterhalb des Zeigers vorn aus dem Deckel des Aufsatzes vorstehenden Knopf k in seitlicher Richtung (in Fig. 500 nach rechts) verschoben wird. Wird der Knopf k

gedrückt und die Kurbel H des Inductors einige Male herumgedreht, so wird hiernach der Zeiger auf das weisse Feld eingestellt.

Die Einschaltung eines Zwischenamtes ist in Fig. 505 skizzirt. In der Ruhestellung stellt die Kurbel H eine kurze Nebenschliessung $x\,w$ für den Inductor J her. H legt sich nämlich in dieser Stellung, wie es punktirt angedeutet ist, auf einen federnden Stift p auf, welcher gegen das Apparatgestell und die Axe x der Kurbel H isolirt ist, dagegen mit der gegen das Gestell isolirten Schleiffeder in leitender Verbindung steht, welche auf der durch ein Ebonitröhrchen gegen die Inductoraxe isolirten, das zweite Ende z der Inductionsspule aufnehmenden Hülse schleift[6]).

Fig. 505.



Für gewöhnlich steht die Kurbel X des Umschalters[7]) an dem Contacte W und schaltet so den Wecker zwischen L_1 und L_2 ein. Beim Wecken, wie beim Telegraphiren wird die Kurbel X an den Contact Z gestellt. Beim Wecken durchlaufen also die Ströme auf der eigenen Station den Elektromagnet M des Empfängers. Die beiden Enden der Elektromagnetspule M sind an zwei, gegen die Grundplatte E isolirte Messingschienen v und v', Fig. 503, geführt, welche sich beim Einschieben des Empfängers in den Kasten auf zwei im Kasten angebrachte messingene Federn aufschieben, von denen die eine u mit der Schleiffeder des Inductors, die andere u' mit dem Contacte Z des Umschalters leitend verbunden ist[8]).

---

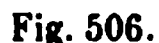
[6]) Zugleich kann an dem untern Lager der Inductoraxe ein Contacthebel angebracht werden, welcher nach jeder halben Umdrehung des Inductors durch eine Feder auf eine mit jener Schleiffeder leitend verbundene Contactschraube aufgelegt, während der Drehung selbst dagegen durch eine excentrische Scheibe von dieser Contactschraube abgehoben wird. Vgl. Fig. 120 auf S. 239 des 1. Bandes.

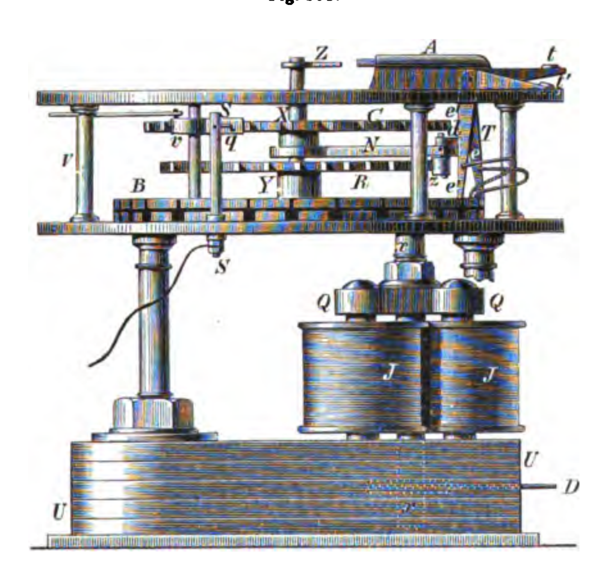
[7]) Anstatt der in Fig. 505 skizzirten Anordnung des Umschalters ist eine beliebige Kurzschliessung des Weckerelektromagnetes oder der Spule M auch so ermöglicht worden, dass man L_1 an W führt, L_2 an Z, X aber durch den Weckerelektromagnet mit W und durch M hindurch mit Z verbindet. Hierbei kann eine Leitungsunterbrechung zufolge ungenauer Kurbelstellung nicht eintreten.

[8]) Die Herstellung einer leitenden Verbindung zwischen Z und q würde den Inductor J und den Elektromagnet M in kurzen Schluss bringen, so dass beim Drehen der Kurbel H nur der Zeiger der eigenen Station marschirt. Man könnte davon zur Einstellung des Zeigers auf das die oberste Stelle der Buchstabenscheibe einnehmende weisse Feld Gebrauch machen.



IV. **Der ältere Magnetzeiger Wheatstone's**[9]). Die Einrichtung des älteren Wheatstone'schen Gebers ist in Fig. 506 bis 510 dargestellt. Der Inductor ist der nämliche wie bei dem mit gleichgerichteten Strömen arbeitenden, im 1. Bande auf S. 121 beschriebenen Zeigertelegraphen. Ueber den Polen seines aus fünf Stahllamellen zusammengesetzten kräftigen Hufeisenmagnetes U laufen aber die beiden Spulen J, J des Inductors nur so lange um, als mittels einer Kurbel und des Schnurlaufes D die Axe x in Umdrehung versetzt wird; an der Axe x sind die Kerne der Spulen J, J mittels des Quer-


Fig. 506.

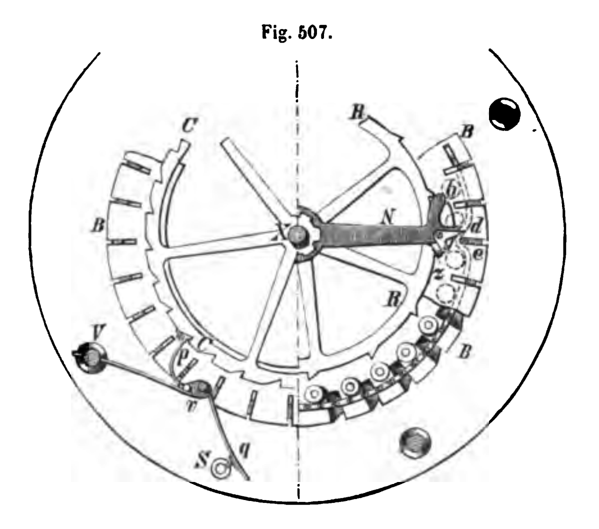


stücks Q befestigt. In Innern der festliegenden Scheibe B sitzt auf der Axe x ein Zahnrad, das die Drehung auf ein zweites (150-zähniges) Zahnrad und durch dieses auf die hohle Axe Y überträgt; auf Y ferner sitzt das Sperrrad R, das in der Richtung des Pfeiles umläuft und, wenn sich in seine Zähne der Zahn z des Mitnehmers N einlegt, diesen Arm N und seine innerhalb der Hülse Y liegende Axe X, sowie das

[9]) Wheatstone's Zeigertelegraph mit Sender für Batterie- oder Inductions-Wechselströme wurde 1858 patentirt (vgl. Handbuch, 1, 211). — Im Journal télégraphique, 7, 258 berichtet W. H. Preece, dass 1861 die Universal Private Telegraph Company in London gegründet worden sei, um solche Telegraphen für's Publikum zu bauen; dieselbe errichtete 1864 in Newcastle-on-Tyne ein Zweiggeschäft und ein städtisches Centralamt (vgl. auch Handbuch, 4, 83), das später in den Staatsbetrieb überging, an das 1878 60 Theilnehmer angeschlossen waren, und das auch ungestört bestehen blieb, als sich von 1882 ab in Newcastle-on-Tyne ein ausgedehntes Telephonnetz entwickelte.

auf diese aufgesteckte Contactrad *C* mit in Umdrehung versetzt. Der auf dem oberen Ende der Axe *X* sitzende Zeiger *Z* läuft während der Drehung von *N* und *X* über einer in der Büchse *A* angebrachten Buchstabenscheibe um. Die Verbindung zwischen *N* und *R* hat nun eine mit dem einen Ende bei *b* an einem Ansatze des Mitnehmers *N* angeschraubte, sich in einem Bogen nach dem etwas tiefer, als *N*, liegenden Rade *R* herabwendende und an ihrem freien Ende den Sperrzahn *z* tragende Feder *n*, Fig. 508, herzustellen. Sich selbst überlassen bringt die Feder *n* den Zahn *z* in den Bereich der Zähne des Rades *R*; aus diesen Zähnen ausgehoben wird *z* dagegen durch den Arm *a* des auf *N* befestigten Winkelhebels *da* und zwar dann, wenn der über das Ende des Mitnehmers *N* etwas vorstehende Arm *d* des Winkelhebels

Fig. 507.

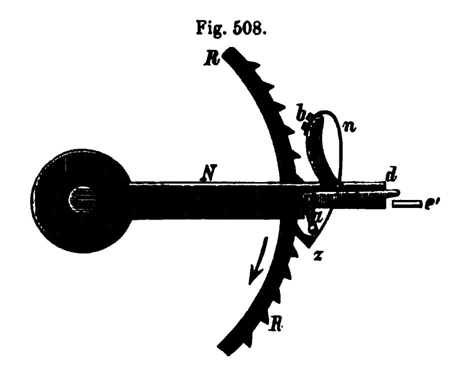


in seiner Bewegung auf ein Hinderniss stösst. Ein solches Hinderniss kann nun dem Arm *d* mittels der im Kreise um die Büchse *A* angeordneten Tasten *T*, Fig. 506 und 509 ($\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse), in den Weg gestellt werden. Jede Taste ist um eine wagrechte Axe drehbar und wird durch eine auf den nach unten gerichteten Schenkel *e* wirkende Feder *f*, welche mit ihrem unteren Ende in ein Loch in der messingenen Grundplatte eingesetzt ist, sicher in ihren beiden Lagen erhalten. Die Feder ist nämlich so angebracht, dass sie in ihrer Gleichgewichtslage sich befindet, wenn ihr in dem Schenkel *e* ruhendes Ende in der Geraden durch die Tastenaxe und das untere Federende liegt; dann vermag die Axe der Taste den von der Feder auf den Schenkel *e* ausgeübten Druck aufzufangen. Liegt dagegen das obere Ende der Feder links bez. rechts von dieser Geraden, so strebt sie den Schenkel

um die Tastenaxe zu drehen und dabei nach oben, also noch weiter nach links bez. rechts zu drücken. In der Ruhelage der Taste befindet sich *e* ausser dem Bereiche des Armes *d*. Wird aber mit dem Finger auf den Knopf *t* einer Taste gedrückt, so kommt dieselbe in die aus Fig. 506 und 509 ersichtliche Lage *t' e'*, und *e'* legt sich jetzt, wie aus Fig. 508 deutlich zu ersehen ist, dem Arme *d* in den Weg. Kommt nun *d* an den Schenkel *e'* heran, so dreht sich, während der Mitnehmer *N* noch fortläuft, der Hebel *da* um seine Axe und sein Arm *a* hebt den Zahn *z* auf dem Rade *R* aus, worauf natürlich *N* stehen bleibt, *R* aber seinen Weg ungestört fortsetzt.

Lässt man darauf die niedergedrückte Taste frei und drückt eine andere nieder, so springt die erstere durch die Wirkung der in Fig. 510 sichtbaren Kette *k* zurück, die Feder *n* vermag dann den so frei gewordenen Hebel *da* in seine Ruhelage zurück zu versetzen und bringt

Fig. 508.



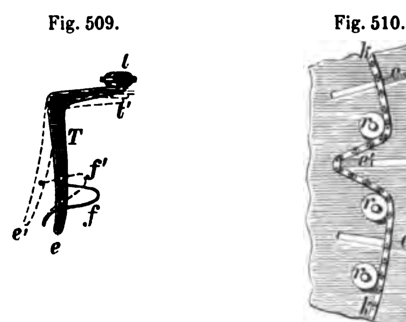
dabei den Zahn *z* wieder in den Bereich der Zähne des Rades *R*; noch bleibt indessen der Mitnehmer *N* still stehen, bis der nächstfolgende Zahn des Rades *R* wirklich den Zahn *z* erfasst, d. h. bis die nach II. erforderliche Stellung des Inductors eingetreten ist.

Es ist nämlich Vorkehrung getroffen, dass beim Niederdrücken einer Taste diejenige, welche vorher gedrückt worden war, unfehlbar in ihre Ruhelage zurückgebracht werden muss. Zu diesem Zwecke ist die schon erwähnte Scheibe *B* aus zwei Theilen hergestellt, welche wie Fig. 506 sehen lässt, einen kleinen Zwischenraum sich lassen. In diesem rings herum laufenden Zwischenraume liegt eine sehr leicht biegsame Gliederkette *k*, Fig. 510 ($\frac{1}{2}$ nat. Gr.), welche über eine Anzahl kleiner, auf der untern Scheibe befestigter, im Kreise stehender Röllchen *r* läuft. Die beiden Theile der Scheibe *B* sind vom Rande her mit einer Anzahl von Schlitzen versehen, in welchen je eine Taste mit ihrem unteren Schenkel *e* liegt. So lange eine Taste nicht niedergedrückt ist, liegt

sie nur lose von aussen an der Kette *k* an. Wenn dagegen auf den Knopf *t* gedrückt wird, so kann sich der Schenkel *e* nicht in die in Fig. 509 punktirte Lage *e'* begeben, ohne die Kette *k* nach Ausweis der Fig. 510 zu einer Schleife zwischen den beiden benachbarten Rollen *r* durchzubiegen. Die Länge der Kette ohne Ende ist nun aber so bemessen, dass sie nur zu einer einzigen solchen Schleife ausreicht, und deshalb muss, wenn durch Niederdrücken einer zweiten Taste eine zweite Schleife gebildet werden soll, dabei zugleich die Kette an der Stelle der schon vorhandenen Schleife wieder gestreckt werden, wobei selbstverständlich auch der Schenkel *e* der zuerst gedrückten Taste aus der Lage *e'* wieder in seine Ruhelage zurückgebracht werden muss.

Das Contactrad *C*, Fig. 506 und 507, veranlasst die Stromgebungen in die Telegraphenleitung unter Mitwirkung, eines um die Axe *v* drehbaren Contacthebels *pvq*, welcher sich mit dem Arme *p* in die Zahn-

Fig. 509. Fig. 510.



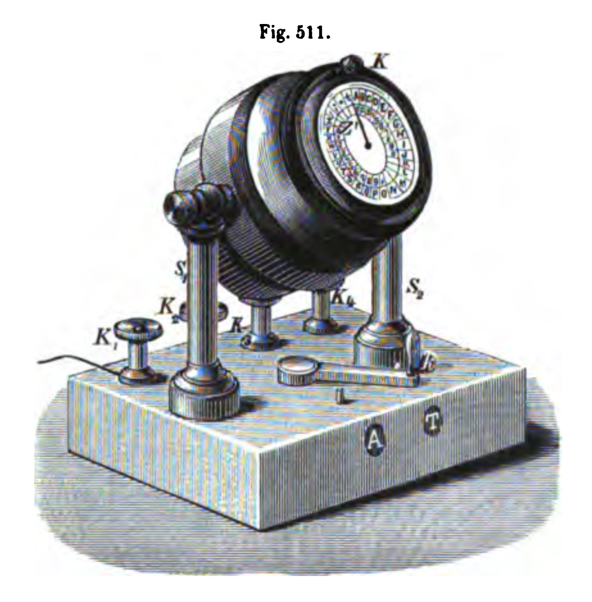
lücken des Rades *C* einsenken kann und dann mit dem federnden Arme *q* die Säule *S* berührt, welche die vom Inductor *J* gelieferten und über *Q* der Säule *V* zugeführten Ströme in die Telegraphenleitung weitergiebt. So oft und so lange dagegen der Arm *p* auf dem Rücken eines Zahnes des Contactrades *C* ruht, ist für die Inductorströme der Weg nach der Leitung unterbrochen, weil dabei die Feder *q* von der Säule *S* entfernt ist. Dem Rade *C* muss deshalb eine solche Stellung gegen den mit ihm auf derselben Axe *X* sitzenden Mitnehmer *N* gegeben werden, dass *p* stets auf den Rücken eines Zahnes von *C* aufgelaufen ist, wenn der Zahn *z* aus den (15) Zähnen des Rades *R* ausgehoben wird[10]).

[10]) Auf S. 22 der Patentschrift (No. 1241) von 1858 ist auch eine Kurzschliessung des Inductors bis zum Beginn der Drehung von *R* zufolge des Niederdrückens einer Taste erwähnt. Für die ankommenden Ströme wird ein kürzerer Weg hergestellt. — Auch die Verwendung eines nicht in beständiger Drehung erhaltenen Inductors fasst die Patentschrift in's Auge.

Da in Fig. 507 das Rad R halb so viele Zähne besitzt, als Tasten T vorhanden sind, so musste nach II. der Empfänger, so eingerichtet sein, dass jeder Strom den Zeiger um ein ganzes Feld springen lässt. Das Contactrad dagegen musste soviel Zahnlücken erhalten, als Tasten vorhanden sind, weil der Inductor zwei Ströme erzeugen bez. entsenden muss, während sich das Rad R um einen Zahn dreht.

Die Buchstabenscheibe des in Fig. 511 abgebildeten (in der Patentschrift No. 1241 und noch in der Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, Jahrg. **11** (1864), S. 64 ausführlich beschriebenen) Empfängers ist nicht viel grösser als das Zifferblatt einer grossen Taschenuhr; die das Zeigerwerk einschliessende Holzbüchse ruht, um eine wagrechte Axe drehbar,

Fig. 511.



auf zwei Säulen S_1 und S_2 und kann nach Wunsch auf dem den Sender enthaltenden Kästchen aufgeschraubt werden. Seine innere Einrichtung macht Fig. 112 anschaulich, bei einer etwa lothrechten Stellung. Das Elektromagnetsystem gleicht dem schon auf S. 525 Anm. 39 erwähnten (vgl. auch S. 480). Den Elektromagnet bilden zwei getrennte Rollen M, von denen in Fig. 112 nur die hinter dem Anker gelegene gezeichnet ist; jede Rolle ist an jedem Ende mit einem C-förmigen Polschuhe[11]) versehen, so dass der Elektromagnet eigentlich 8 Pole besitzt. Zwischen diesen 8 Polen liegen die 4 Pole des Ankers, welcher aus zwei ge-

[11]) Solche Polschuhe verwandten schon Henley und Foster in ihren Nadeltelegraphen; vgl. Handbuch, 1, 192.

krümmten, durch drei Plättchen auf der zwischen zwei Schraubenspitzen sich drehenden Axe a befestigten Stahlmagneten m_1 und m_2 besteht[12]). Die Wickelung der beiden Stabelektromagnete M muss natürlich so gewählt werden, dass je zwei einander gegenüberliegende Pole derselben in gleichem Sinne auf den zwischen ihnen liegenden Pol des Ankers wirken. Da ferner auch jeder Polschuh in gleichem Sinne drehend auf die beiden vor ihm liegenden Pole des Ankers wirken muss, so muss in m_1 der Nordpol oben liegen, wenn m_2 seinen Südpol nach oben kehrt.

Auf die Ankeraxe a ist ein Arm c aufgesteckt, welcher beim Spiel des Ankers $m_1 m_2$ die schrittweise Drehung des Zeigers Z' herbeizuführen hat[13]). Der Zeiger Z' befindet sich vor der in Fig. 112 nicht sichtbaren obern Fläche der Buchstabenscheibe V. Die Axe des Zeigers Z' läuft mit einem Halse in einem in die Scheibe V eingesetzten, durchbohrten Rubinlager und trägt knapp unter der unteren Fläche von V ein zweiflügeliges Metallstück n, in dessen Mitte ein Rubin mit einem etwas conischen Loche zur Aufnahme des einen Endes der Axe x eines kleinen Steigrades r eingesetzt ist; das zweite Ende der Axe x ist in dem Arme c nahe am obern Ende desselben gleichfalls in einem Rubin gelagert. Die Axe x des Steigrädchens r ist ferner mit der Axe des Zeigers Z dadurch verbunden, dass ein auf sie aufgesteckter Mitnehmer zwischen zwei Stifte hineinragt, welche aus dem in Fig. 112 nach rechts liegenden Flügel des Metallstückes n vorstehen. Jede Drehung der Axe x wird demnach auf die Zeigeraxe übertragen. In Drehung wird aber das Steigrad r und seine Axe x versetzt, wenn der Arm c auf der Axe a des Ankers $m_1 m_2$ durch die Wechselströme zwischen den Elektromagnetpolen hin und her bewegt wird. Zu jeder Seite des Steigrädchens r ist nämlich auf der Platte u eine stellbare Feder e

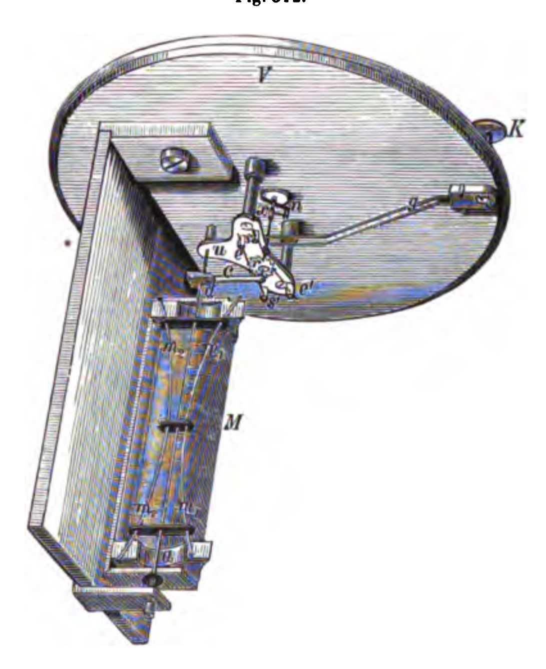
---

[12]) In der Patentschrift No. 1241 von 1858 ist auf S. 4 und 16 gezeigt, wie der Anker sich als Translator verwenden liesse, und zwar unter Verwendung einer Batterie.

[13]) In der Patentschrift No. 1241 von 1858 ist auf S. 2 und 12 noch eine andere (der Stöhrer'schen — vgl. Handbuch, 1, 252; 4, 183 — verwandte) Anordnung beschrieben, bei welcher die Axe x des Rädchens r fest steht und r durch zwei von c bewegte zweiarmige, durch eine feine Feder verbundene Treibhebel bewegt wird. — Falsch ist wirkungsweise bei der Anordnung noch Fig. 112 beschrieben in Schellen, Der elektromagnetische Telegraph, 5. Aufl., S. 419. — Die Worte: „das Rädchen (r) wälzt sich an den Federn (e, e') etwas herum“ in der Telegraphen-Vereins-Zeitschrift (11, 69) sind nicht so aufzufassen, als ob — was Fig. 11 auf Bl. X wohl vermuthen lassen könnte — diese Wälzung durch die Reibung zwischen dem Rädchen und den Federn verursacht würde. Ueberdies würde zufolge der Reibung die eine Feder das Rädchen in der einen, die andere in der anderen Richtung drehen; es würde daher dann die Anordnung so getroffen werden müssen, dass — was bei richtiger Einstellung der Federn sich ja wohl würde erzielen lassen — abwechselnd an e und an e' Druck und Reibung grösser wäre, damit sich r bei beiden Bewegungsrichtungen von c in demselben Sinne drehe.

bez. e' und eine stählerne Anschlagschraube s bez. s' angebracht; die beiden Federn e und e' legen sich mit schwachem Drucke tangential an den Umfang des sehr leichten Rädchens r an, während die Spitzen der Schrauben in den beiden äussersten Stellungen des Armes c in die Zahnlücken des Rädchens r eintreten und dann eine Drehung des letzteren verhindern. Dreht sich nun z. B. der Arm c mit der durch einen Ausschnitt der Platte u hindurch gehenden Axe x in Fig. 112 von rechts nach links, so entfernt sich das Rädchen r, das dabei einen kleinen Bogen beschreibt, zunächst ein wenig von der Spitze s', welche

Fig. 512.



sich bisher in einer seiner (rechts gelegenen) Zahnlücken befand, r wird dadurch frei, stösst gleich darauf gegen e und dreht sich also nebst seiner Axe x; diese Drehung kann aber bei richtiger Einstellung eine gewisse Grösse nicht überschreiten, weil bald nachher das Rad r mit einer seiner (rechts liegenden) Zahnlücken die Schraube s umfasst, wodurch nicht allein der Drehung der Axe x und des Rädchens r, sondern auch jeder weitern Bewegung desselben sowie des Arms c, der Axe a und des Ankers m_1 m_2 ein Ziel gesetzt ist. Ganz ähnlich sind die Vorgänge, wenn sich der Arm c dann von links nach rechts bewegt; da nämlich soeben ein Zahn von r unter der Spitze

der Feder e', welcher sich das Rädchen r jetzt nähert, hinweggeschlüpft ist, so stösst r jetzt gegen e' und dreht sich deshalb jetzt in dem nämlichen Sinne wie vorher. Deutlicher lässt sich das Zusammenwirken der Theile in Fig. 515 erkennen.

Das Rad r besitzt 15 Zähne, auf der Buchstabenscheibe V aber befinden sich 30 Felder. Jeder Strom darf daher das Rad r nur um einen halben Zahn drehen, damit der Zeiger Z' um ein Feld weiter rücke. Hieraus bestimmt sich nach II. die Zähnezahl des Rades R im Geber, wie dies schon angegeben wurde.

Noch sei erwähnt, dass mittels des Knopfes K, Fig. 512, die aus zwei leichten Messingstäbchen gebildete Gabel g hin und her bewegt werden kann, und da diese Gabel die Axe x des Steigrädchens r zwischen sich fasst, so vermag man, indem man den Knopf K um seine Axe abwechselnd hin und her dreht, auch den Zeiger Z' mit der Hand auf ein bestimmtes Feld der Buchstabenscheibe V einzustellen.

Das eine Ende der Bewickelung der Elektromagnete M ist über die rechte Säule S_2 an die rechts stehende Klemme K_4 geführt, das andere Ende über die linke Säule S_1 an eine Schiene, auf welcher ein Contactarm des Umschalters k, dessen Axe mit der Klemme K_1 links und durch diese mit der Erde verbunden ist, steht wenn die Kurbel k nach rechts auf „T“ gestellt wird. Zwischen die mittlere Klemmen K_2 und K_3 ist ein Wecker eingeschaltet und K_3 ist mit der benachbarten Klemme K_4, K_2 dagegen mit einer Schiene in Verbindung gesetzt, welche der Contactarm des Umschalters berührt, wenn die Kurbel links auf „A“ (alarum) gestellt wird. Bis zur Klemme K_4 endlich muss beim Empfangen die Telegraphenleitung geführt werden[14]).

V. **Wheatstone's neuerer Magnetzeiger** ist in Fig. 516, S. 609 in der bei der englischen Verwaltung gebräuchlichen[15]) und im Telegraphic Journal, Bd. 8, S. 296 ff., ausführlich besprochenen Form abgebildet. Er enthält in dem unteren Kasten Q den Geber, dessen Inductor die bereits in dem englischen Patente No. 2462 von 1860 aufgeführte und ebenso in der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Vereins, Jahrg. 11

[14]) Bei dem in der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins (11, 64 ff.) abgebildeten, mit dem in IV. zu beschreibenden Inductor ausgerüsteten, auf das Kästchen des Gebers aufgeschraubten Empfänger, befinden sich an der Rückseite dieses Kästchens zwei Klemmen; an die rechts liegende ist die Leitung geführt, die links liegende ist durch einen Draht mit K_4 verbunden; erstere ist zugleich mit dem Stromschliesser C, Fig. 522, letztere mit der Schraube c_2 verbunden, während die Enden der Rollen des Inductors an die Schrauben c_1 und c_2 geführt sind. — Nach Blavier, Traité, 2, 200, setzt der Hebel pvq, Fig. 507, die Leitung abwechselnd mit dem Inductor und der Erde in Verbindung.

[15]) Nach dem Telegraphic Journal (8, 335) standen 1880 bei der englischen Verwaltung 5000 Stück im Gebrauch; gebaut wurden mehr als 10 000.



(1864), S. 64 beschriebene Einrichtung hat. Der Empfänger befindet sich in dem oberen, pultförmigen Raume.

Der Empfänger weicht in seiner elektromagnetischen und mechanischen Anordnung von dem in IV. beschriebenen ab. Der Elektromagnet gleicht dem in dem später zu beschreibenden polarisirten Relais der englischen Verwaltung. Der polarisirende Hufeisenmagnet m_0 desselben ist in eigenthümlicher Weise gekrümmt; in Fig. 513 und 514 ($\frac{2}{3}$ der natürlichen Grösse) ist sein wagerechter oberer Schenkel sichtbar. m_0 magnetisirt zwei auf die Axe a aufgesteckte Zungen m aus weichem Eisen, welche zwischen den vier excentrisch auf die Kerne aufgeschraubten Polschuhen p_1 und p_2 der Stabelektromagnete M_1 und M_2 liegen. Innerhalb des an die Platte P angeschraubten Bügels B, welcher als Lager für die Axe a der Zungen m dient, ist der Arm c aufgesteckt, in welchem das eine Ende der Axe x des Steigrädchens r in einem Edelsteine gelagert ist. Die Axe x ist etwa 62 mm lang und kann daher mit c bequem hin und her gehen, ohne dass ihrem zweiten Ende ein grosser Spielraum in dem zweiten Edelsteinlager gegeben werden musste. Werden die Zungen durch die Wechselströme hin und her geworfen, so wird ihr Spiel durch die Anschlagschrauben u_1 und u_2 begrenzt, zwischen denen das untere Ende c' des Armes c hin und her geht. Bei jedem Schlage des Armes c dreht sich das Rädchen r um

Fig. 513.

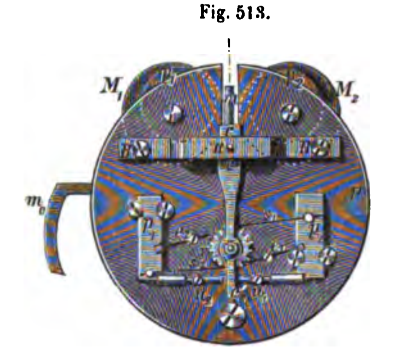
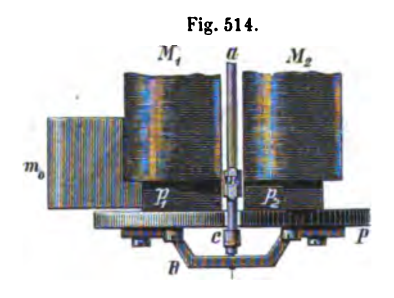


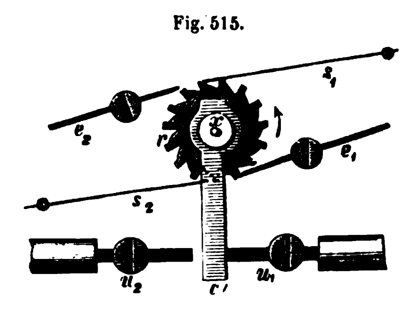
Fig. 514.



einen halben Zahn und demgemäss läuft der Zeiger Z' über der Buchstabenscheibe um ein ganzes Feld weiter; die Verbindung zwischen r und Z' ist ganz so, wie in IV. beschrieben. Zieht der Pol p_1 den zur Zeit an u_1, Fig. 515 (doppelte natürliche Grösse), liegenden Arm c nach links gegen u_2 hin, so stösst r zunächst mit dem nach unten gekehrten Zahne gegen die Stossfeder s_2 und wird von dieser in der Pfeilrichtung in Drehung um seine Axe x versetzt; dieser Drehung wird jedoch bald darauf ein Ziel gesetzt, weil r mit dem nach oben gerichteten, in Fig. 515 noch an der Stossfeder s_1 liegenden Zahne gegen die Anschlagschraube e_2 stösst; dabei gleitet aber noch der nächste Zahn von r

unter der Feder s_1 hin, so dass nun das Rad r mit zwei Zähnen ganz so zwischen e_2 und s_2 liegt, wie in Fig. 515 zwischen e_1 und s_1. Bei dem darauf folgenden Rückgange des Armes c nach u_1 hin sind die Vorgänge ganz ähnlich, und r dreht sich wieder um einen halben Zahn in der Pfeilrichtung. Die Zähne von r haben die aus Fig. 515 ersichtliche eigenthümliche, etwas unterschnittene Form. Die Einstellung des Apparates wird so bewirkt, dass durch die Wirkung der Federn s_1 und s_2 und der Schrauben e_1 und e_2 ein sicheres Spiel erzielt wird, und dann werden noch die Schrauben u_1 und u_2 so gestellt, dass sie das Spiel des Armes c ein klein wenig verkürzen. Behufs leichterer Auswechselung der Federn s_1 und s_2 beim Brechen sind dieselben auf zwei Messingplättchen q_1 und q_2 angebracht, welche zwischen zwei Schrauben leicht eingeschoben und auf der Platte P befestigt werden können. Die wirksamen Enden dieser Federn müssen sorgfältig abgerundet werden,

Fig. 515.



weil sie sonst das Rad r rasch abnutzen; mit Rücksicht auf diese Abnutzung werden auch die Federn s_1 und s_2 aus Neusilber hergestellt.

Die 4 Rollen der Elektromagnete haben 250 Ohm Widerstand. Diese Telegraphen arbeiten gut in kurzem Schluss mit einem Widerstande von 11000 Ohm.

Zur Bewegung des Zeigers Z' mit der Hand und dessen Einstellung auf das † dient der in Fig. 516 sichtbare Hebel K, der in ganz ähnlicher Weise, wie K in Fig. 511 und 512 mittels der Gabel g, auf die Axe x wirkt.

Der dem Magnetzeiger beigegebene Wecker enthält ein Feder-Triebwerk. Die Theile, welche die Auslösung bewirken, sind im wesentlichen dieselben, wie in der auf S. 422 und 423 beschriebenen Selbstauslösung; die Auslösung erfolgt aber — in verwandter Weise wie bei den auf S. 388, 478 und 497 des 4. Bandes abgebildeten Auslösungen — erst, wenn vier Wechselströme den Wecker-Elektromagnet durchlaufen haben, dessen Anker die in Fig. 512 sichtbare X förmige Gestalt hat; hier genügt dieser Anker vollkommen, während er im Empfänger nicht

Von

Prof. Dr. K. E. Zetzsche's

Handbuch der elektrischen Telegraphie

ist bis jetzt erschienen:

ERSTER BAND:

Geschichte der elektrischen Telegraphie.

Bearbeitet von E. Zetzsche.

Mit 335 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Preis vollständig M. 18,—.

ZWEITER BAND:

Die Lehre von der Elektricität und dem Magnetismus

mit besonderer Berücksichtigung ihrer Beziehungen zur Telegraphie.

Bearbeitet von O. Frölich.

Mit 267 in den Text gedruckten Holzschnitten und einer Tafel in Lichtdruck.

Preis vollständig M. 14,—.

DRITTER BAND:

Die elektrische Telegraphie im engeren Sinne.

Erste Hälfte. Bearbeitet von O. Henneberg, O. Frölich und E. Zetzsche.

Erste und zweite Lieferung. **Preis zusammen M. 7,80.**

Dritte Lieferung. **Preis M. 6,—.**

Vierte Lieferung. **Preis M. 3,80.**

VIERTER BAND:

Die elektrischen Telegraphen für besondere Zwecke. I.

Bearbeitet von L. Kohlfürst und E. Zetzsche.

Mit 668 in den Text gedruckten Holzschnitten und 10 statistischen Tabellen.

(Vom Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen preisgekrönt.)

Preis vollständig M. 25,—.

Von Band III, erste Hälfte, erscheint in Kürze die fünfte (Schluss-) Lieferung und von Band V, welcher „Die elektrischen Telegraphen für besondere Zwecke II" umfassen wird, die erste Lieferung.



HANDBUCH

DER

ELEKTRISCHEN TELEGRAPHIE.

UNTER MITWIRKUNG VON MEHREREN FACHMÄNNERN

HERAUSGEGEBEN VON

PROF. DR. K. E. ZETZSCHE,

KAISERL. TELEGRAPHEN-INGENIEUR.

DRITTER BAND:

(ERSTE HÄLFTE)

DIE ELEKTRISCHE TELEGRAPHIE IM ENGEREN SINNE.

FÜNFTE LIEFERUNG.

Die Telegraphenapparate.

BEARBEITET VON DR. E. ZETZSCHE.

MIT ZAHLREICHEN IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.



BERLIN 1887.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER.

MONBIJOUPLATZ 3.

Dieser Lieferung sind Titel und Inhaltsverzeichniss der ersten Hälfte des dritten Bandes beigegeben.

Inhalt der 5. Lieferung des dritten Bandes.

---

mehr angewendet wird, weil die Stabmagnete zu leicht ihren Magnetismus so weit verloren, dass sie nicht mehr kräftig genug wirkten. Nach der Auslösung setzt das Triebwerk bis zu seiner Wiedereinlösung eine Welle mit zwei um eine Axe drehbaren Klöppeln in Umdrehung, wobei die Klöppel — ähnlich wie in Fig. 13 auf S. 16 des **4.** Bandes — von innen gegen eine Glocke schlagen. Vgl. die Patentschrift No. 1241 und Telegraphic Journal, **8**, 348.

Bei dem Geber sitzt auf der wagrechten Axe der Kurbel H, Fig. 516,

Fig. 516.



ein Kegelrad R_1, Fig. 520, welches die Drehung auf ein zweites Kegelrad R_2 auf lothrechter Axe und bei vollzogener Kuppelung weiter auf den Zeiger Z fortpflanzt, und ein Schneckenrad, das mit einem anderen auf der zur Kurbelaxe parallelen Axe x, Fig. 517 bis 519 ($\frac{1}{4}$ der natürl. Grösse) im Eingriffe steht. Die Axe x liegt zwischen den Schenkeln des stählernen Hufeisenmagnetes U; auf jeden der beiden neben einander liegenden Pole des letzteren ist ein flaches Querstück p_1 bez. p_2 aufgesetzt, auf jedes Querstück aber zwei über einander liegende weiche Eisenkerne N und

N' bez. S und S', welche von den vier Spulen J_1 und J' bez. J_2 und J'' (von 800 Ohm Widerstand) umgeben sind. Ganz nahe vor den Kernenden sitzt auf der Axe x der weiche Eisenanker $A_1 A_2$; dieser Anker wird von dem Hufeisen U magnetisirt und tritt dann in Wechselwirkung mit den Polen desselben, was eine gegenseitige Verstärkung der Polarität zur Folge hat. Diese Wirkung ist am stärksten, wenn der Anker genau über den Polen steht; sie wird schwächer, wenn der Anker von den Polen entfernt wird, und wächst wieder, wenn er ihnen wieder genähert wird. Die Stärkung und Schwächung der magnetischen Polarität der Kerne aber erzeugt in den Spulen Inductionsströme. Während sich nun bei der Drehung des Ankers $A_1 A_2$ in der Pfeilrichtung A_2 von S' nach N' bewegt, muss der Nordmagnetismus in

Fig. 517. Fig. 518.

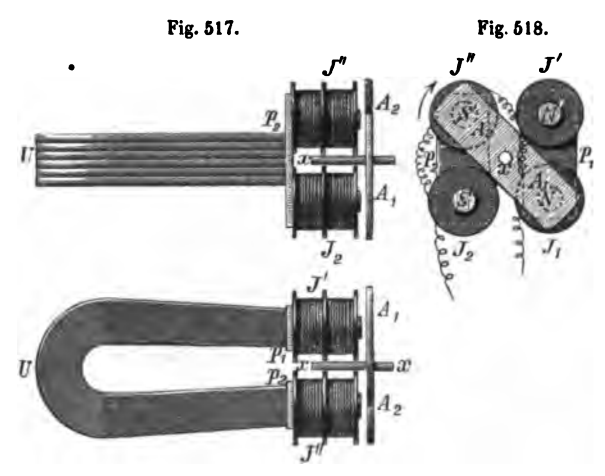
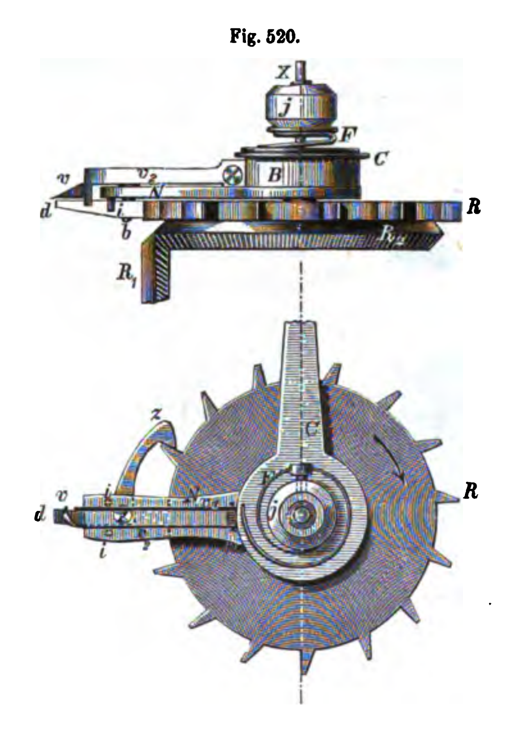


Fig. 519.

N' verstärkt, der Südmagnetismus in S' geschwächt werden; bei geeigneter Wickelung der Spulen J' und J'' werden sich die in ihnen erzeugten Ströme summiren. Setzt dann A_2 seine Bewegung von N' nach N hin fort, so wird der Nordmagnetismus in N' geschwächt, der in N dagegen verstärkt, und die beiden jetzt in J' und J_1 erzeugten Ströme werden sich summiren, wenn J' und J_1 entgegengesetzt gewickelt werden. Setzt man die Betrachtung weiter fort, so findet man, dass J' in gleichem Sinne mit J'', also im entgegengesetzten von J_1 und J_2 zu wickeln ist. Fasst man noch die gleichzeitige Wirkung von A_1 und A_2 z. B. auf N und S' ins Auge, so erkennt man, dass A_1 den Nordmagnetismus in N schwächt, A_2 aber den Südmagnetismus in S'; bei gleichsinniger Wickelung von J_1 und J'' würden daher in ihnen entgegengesetzte Ströme erzeugt werden, bei der vorhandenen entgegen

gesetzten Wickelung hingegen gleichgerichtete. Bei jedem Umlaufe erzeugt demnach der Anker $A_1 A_2$ vier Ströme von wechselnder Richtung in den vier Spulen. Diese Ströme sind um so kräftiger, je näher $A_1 A_2$ an den Kernenden steht. Die Anziehung der Pole des Hufeisens U auf den Anker in Richtung der Axe x verursacht einen starken Druck in dem nach U hin liegenden Lager. Deshalb und zugleich zur Verminderung der Reibung ist x hier in einem Edelstein gelagert. Ausserdem sind aber auch noch die Zähne in dem Räderpaare schräg gegen die Axen geschnitten, so dass bei Drehung der Kurbel H im

Fig. 520.



Sinne des Umlaufs des Uhrzeigers ein Druck in der der magnetischen Anziehung entgegengesetzten Richtung auf die Axe x ausgeübt wird.

Die Uebertragung der Drehung der Kurbel H auf den Zeiger Z, welcher über der 30 Felder enthaltenden Buchstabenscheibe umläuft, erläutert Fig. 520 ($\frac{2}{3}$ der natürlichen Grösse). Das Kegelrad R_1 auf der Kurbelaxe steht im Eingriffe mit dem Kegelrade R_2, welches mit dem Sperrrade R verbunden ist; die beiden Räder R_2 und R drehen sich lose auf der Stahlaxe X, mit welcher der messingene Mitnehmer N und auch die eiserne Hülse B fest verbunden sind; an einem Vor-

sprunge der Hülse *B* sind die beiden Stahlfedern v_1 und v_2 angeschraubt. An die untere Fläche des Mitnehmers *N* ist ferner der Winkelhebel *dbz* angeschraubt, der mit seinem Ende *d* zwischen den nach unten gebogenen Enden der Federn v_1 und v_2 liegt. Die Feder v_2 ist etwas stärker gespannt als v_1 und legt daher für gewöhnlich den Hebel *dbz* mit dem Haken oder Zahne *z* in die Zähne des Rades *R* ein. Wird dagegen, wenn das auch über *d* hinweggebogene Ende *v* der Feder v_2 auf ein Hinderniss stösst, ein Druck gegen das Ende der Feder v_2 ausgeübt und diese zurückgebogen, so kommt v_1 zur Wirkung und strebt *z* aus den Zähnen von *R* auszuheben. Da indessen die Spannung der Feder v_1 nur schwach, der Druck und die Reibung zwischen *z* und dem Zahne von *R* dagegen gross ist, so wird das wirkliche Ausheben des Hakens *z* erst erfolgen, wenn auch das Ende *d* des Hebels *dbz* selbst gegen das Hinderniss stösst. Sowie dies aber geschehen und *z* aus den Zähnen ausgehoben worden ist, kann v_1 frei auf den Hebel *dbz* wirken und drückt denselben noch weiter zurück, so dass *z* vollständig ausser dem Bereiche der Zähne gehalten wird. Bei Beseitigung des Hindernisses legt v_2 den Haken *z* sofort wieder in *R* ein. Das Spiel des Hebels *dbz* wird durch zwei Stifte *i* begrenzt, welche aus der unteren Fläche von *N* vorstehen. Von der Stellung des Hebels *dbz* hängt es also ab, ob *R* seine Drehung in der Pfeilrichtung auf den Mitnehmer *N* und die Axe *X* übertragen kann oder nicht. Das eben erwähnte Hinderniss bieten die Tasten beim Niederdrücken; die Anordnung der Tasten *T* und der Kette *k* ist ganz so, wie sie in IV. beschrieben wurde.

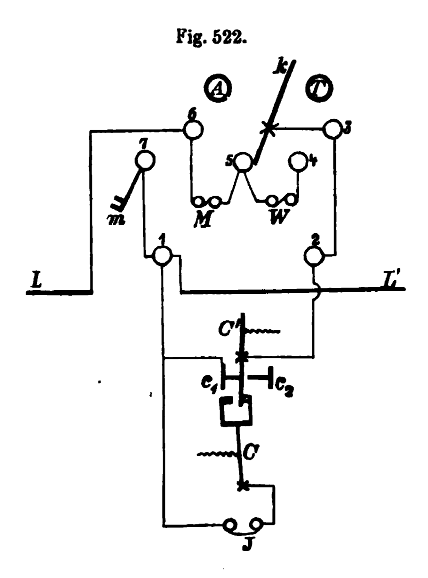
Fig. 521.

Damit nun aber die sich gegen das Hinderniss anstemmende Feder v_2 nicht etwa im Momente des Aushebens des Hakens *z* die Büchse *B* und den Mitnehmer *N* rückwärts schiebe, ist der Mitnehmer mit dem lose auf der Axe *X* sitzenden stählernen Contactarme *C* verbunden; *N* umschliesst dessen conische Nabe, während die Stahlfeder *F* beide aufeinander presst; die Spannung der Feder *F* und dadurch die Reibung zwischen *N* und *C* wird mittels der auf die Axe *X* aufgeschobenen und auf ihr durch eine Feder festgehaltenen Büchse *j* regulirt. Der Contactarm *C* ist, wie dies Fig. 521 in einfachster Weise[16]) dargestellt, in sehr engen

[16]) Nach der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins, **11**, 67 und Preece and Sivewright, Telegraphy, S. 82. — Im Telegraphic Journal (**8**, 334) bewegt *C* mit seinem gabelförmigen Ende einen leichten Contacthebel zwischen c_1 und c_2; die daselbst

Grenzen zwischen zwei mit Platin belegten Contactschrauben c_1 und c_2 beweglich, welche er mit zwei seitlich aus ihm vorstehenden Platinstiften berühren kann; er wird durch die Reibung von N mitgenommen und gegen c_2 gelegt, beim Ausheben des Hakens z aber gestattet er zufolge der Reibung höchstens einen Rückgang, bis er selbst wieder an c_1 ankommt. c_2 hat die Ströme vom Inductor zuzuführen (vergl. Anm. 14), von c_1 wird ein Draht nach dem Empfänger geführt und C durch die schwache Spiralfeder e über die Klemme L mit der Leitung verbunden. e strebt zugleich C an c_1 zu legen; so lange N umläuft, wird durch die Reibung C an c_2 gelegt, beim Ausheben des Zahnes z aber durch e an c_1 zurückgeführt und so der Weg für die Inductionsströme nach der Leitung wieder abgebrochen.

Fig. 522.



Die Schaltung ist (nach Telegraphic Journal, 8, 334) in Fig. 522 für ein Zwischenamt skizzirt. Der Zweig L' der Leitung LL' ist an die Klemme 1 geführt, welche mit dem einen Ende der Inductorrollen J und der Contactschraube c_1 verbunden ist; von dem zweiten Ende der Rollen J ist ein Draht nach dem Arme C, von dem Contacthebelchen C' ein Draht nach der Klemme 2 geführt und von da über die Klemme 3 zu dem Umschalterhebel k (vgl. Fig. 516). Steht der Hebel k nach rechts (auf T), so verbindet er 3 unmittelbar mit 5; steht er nach links (auf A), so schaltet er über 4 den Elektromagnet W des Weckers

gegebene Schaltung, welche bez. des Inductors jener in Anm. 14 beschriebenen gleicht, wird später (vgl. Fig. 522) besprochen werden.

zwischen 3 und 5 ein. Der Elektromagnet M des Empfängers liegt zwischen den Klemmen 5 und 6, und von letzterer geht der Leitungszweig L weiter. Von 1 läuft noch ein Draht nach der 6 gegenüberstehenden Klemme 7; bei Gewitter lassen sich 6 und 7 durch eine Messingschiene m und so L' über 1, 7, 6 kurz mit L verbinden. Der Blitzableiter enthält zwei Drähte in einer Messingröhre (vgl. Fig. 475, S. 567), welche mit der Erde verbunden sind; der eine Draht ist zwischen die beiden Theile der Klemme 3, der andere zwischen die beiden Theile der Klemme 6 geschaltet. Vgl. auch Post Office Telegraphs, Tafel 11.

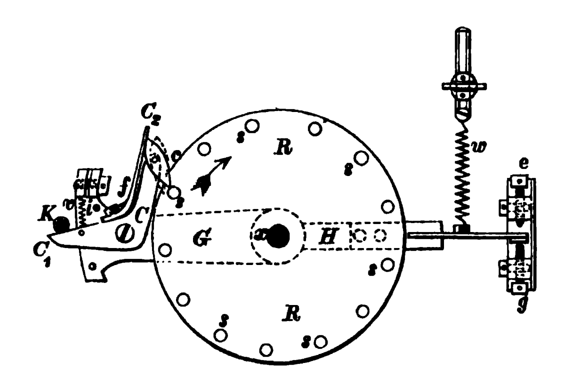
Beim Empfangen liegt C' an c_1 und C legt sich mit der rechten Zinke seiner Gabel an ein an C' angebrachtes Ebonitstück; der Inductor ist also offen, der Empfänger allein, oder zugleich mit dem Wecker in die Linie LL' eingeschaltet. Beim Entsenden der Wechselströme drückt C mit der am Ende mit Platin belegten linken Zinke den Contacthebel C' an die Stellschraube c_2, wobei auch die Inductorrollen J zwischen 1 und 2 in die Linie LL' eingeschaltet sind. Bei dieser Anordnung ist weniger, als bei der in Fig. 521 dargestellten, zu befürchten, dass der Arm C mitten zwischen c_1 und c_2 stehen bleibe, was eine Unterbrechung der Leitung zur Folge haben würde.

VI. **Siemens'scher Zeigertelegraph für Wechselströme von 1872.** Es sei schliesslich kurz eines mit Magnet-Inductionswechselströmen arbeitenden Zeigertelegraphen gedacht, welcher in England am 3. October 1872 für Karl Heinrich Siemens in London, zum Theil als Mittheilung von Dr. Werner Siemens, patentirt worden ist. (Vgl. Polytechnisches Centralblatt, 1873, S. 1058.) Derselbe hat blos ein von den 26 Tasten oder Knöpfen umgebenes Zifferblatt, welches sowohl beim Geben als auch beim Empfangen benutzt wird, indem ein auf dem Zifferblatte umlaufender Zeiger beim Empfange die auf einander folgenden Buchstaben des Telegramms andeutet und beim Geben den Telegraphisten zugleich erkennen lässt, welche Buchstaben er in die Ferne sendet. Eine zweite Eigenthümlichkeit dieses Zeigertelegraphen besteht in der Anwendung von einer Art Drückern oder Schultern, welche in Verbindung mit einer unter der Einwirkung einer Feder stehenden Scheibe jeden niedergedrückten Knopf oder Taste so lange niedergedrückt halten, bis ein anderer Knopf niedergedrückt wird. Dazu ist drittens ein eigenthümlicher Sperrkegel, auf dessen Rücken eine Feder ähnlich wie die Feder eines Einschlagmessers anf dessen Klinge wirkt, so angewendet, dass er, wenn er einmal aus einem der ihn erfassenden Stifte eines Rades ausgehoben wird und dieser Stift an ihm vorüber gegangen ist, dann durch die Wirkung der Feder eine kleine Drehung macht und eine Lage einnimmt, welche die folgenden Stifte frei an ihm vorübergehen lässt.



Der (Cylinder-) Inductor wird beim Geben entweder mittels der einen oder der andern von zwei, links und rechts vorstehenden Handkurbeln, oder mittels eines Schnurlaufs durch einen Fusstritt oder dergl. in Umdrehung versetzt. Von der Kurbelaxe übertragen Kegelräder die Bewegung auf die aufrecht stehende Axe x, Fig. 523, des Rades R, das 1 Umlauf macht, während die Kurbelaxe deren 2 macht und der Inductor 13 positive und 13 negative Ströme entsendet. Aus dem Rade R stehen 13 Stifte s nach unten vor. Unterhalb R ist auf eine in der Verlängerung von x liegende Axe ein Arm G aufgesteckt; auf diesem Arme sitzt ein Winkelhebel C, welcher am Ende des einen Hebelarmes C_2 einen, um eine verticale Axe drehbaren Sperrkegel c trägt, auf dessen Rücken die Feder f in ganz ähnlicher Weise wirkt, wie die Feder eines Einschlagmessers auf dessen Klinge. Durch die Spiralfeder v wird der

Fig. 523.



Winkelhebel C mit seinem Arme C_2, welcher mit dem Arme G fast in gleicher Richtung steht, an einen Aufhaltstift i heran gezogen. Lose sitzt ferner auf der Axe des Armes G ein zweiter Arm H, welcher durch eine regulirbare Feder von unten an den Arm G angedrückt wird; die Spiralfeder w strebt den Arm H an die Stellschraube e, welche den Contact für das Empfangen eines Telegrammes bildet, heranzuziehen, und es sind auch die Reibung zwischen G und H und die Spannung von w so gewählt, dass H, während G ruhig steht, durch w an e angelegt wird; wenn dagegen G in der Richtung des Pfeiles in Fig. 523 umläuft, so nimmt G den Arm H in Folge der Reibung mit und legt ihn an die Contactschraube g an, so dass nun die Wechselströme in die Leitung eintreten und die Zeiger des Gebers und des Empfängers in gleichem Schritt umlaufen machen können. Dies kann aber nur geschehen, wenn der Sperrkegel c von einem der aus dem Rade R vorstehenden Stifte s

gefangen ist und deshalb G und C von dem Rade R mitgenommen werden. Wenn dagegen das äussere Hebelende C_1 an das untere Ende des Schaftes K einer niedergedrückten Taste anstösst, dreht sich der Hebel C in die in Fig. 523 abgebildete Lage, wobei der Sperrkegel c, die auf ihm liegende Feder f spannend, nachgiebt, so dass endlich der bisher gefangene Stift s an der Spitze des Kegels c vorbei geht, worauf dann der Kegel durch die Wirkung der Feder f in die in Fig. 523 durch punktirte Linien angedeutete Lage geworfen wird und nunmehr die nachfolgenden Stifte s, welche bei der fortgesetzten Umdrehung des Rades R nahen, ungestört an seiner Spitze vorüber gehen lässt. Wenn sich der den Arm C_1 aufhaltende Schaft K (beim Emporgehen der bisher niedergedrückten Taste) entfernt, so wird C durch v in seine Ruhelage zurückgeführt, legt dabei den Sperrkegel c in die Reihe der Stifte s ein, so dass der nächste Stift sich an c fängt und das Rad R nun G und C wieder mit sich herum nimmt, bis C_1 wieder an ein Hinderniss K anstösst und den Arm G zum Stillstande bringt. Das Rad R darf nur 13 Stifte haben, damit jedesmal C wieder in die nämliche Stellung gegen R und den Inductor kommt und der erste nach dem Wiederfangen eines Stiftes in die Leitung gesendete Strom nicht etwa dieselbe Richtung hat, wie der letzte beim vorhergehenden Loslassen in die Leitung getretene Strom.

An dem Schafte K einer jeden der 26 durch Spiralfedern nach oben gedrückten Tasten ist eine Schulter angebracht, welche mit ihrer geneigten Fläche an einer aus einer Scheibe vorstehenden Speiche anliegt; die Scheibenaxe liegt in der Verlängerung der verticalen Axe x. Eine Feder drückt die Scheibe fest gegen einen unbeweglichen Anschlag. Beim Niederdrücken einer Taste wirkt deren Schulter mit ihrer schrägen Fläche auf die daran liegende Speiche, schiebt dieselbe ein Stück zur Seite und dreht so die ganze Scheibe um ein Stück in der dem Zug der Feder entgegengesetzten Richtung. Ist dann die Schulter unter die Speiche hinab gekommen, so zieht die Feder die Scheibe in ihre Ruhelage zurück, dabei tritt aber die Speiche über die Schulter und hält den Schaft K in seiner gesenkten Lage fest, wenn auch der Finger den Knopf verlässt. Wird später eine andere Taste niedergedrückt, so schiebt deren Schulter ebenfalls die Scheibe zurück und fängt sich selbst später unter einer Speiche, nachdem aber vorher schon die früher gedrückte Taste frei gelassen worden ist und sich durch die Wirkung ihrer Spiralfeder wieder gehoben hat.

Dieser Zeigertelegraph ist auch mit einer Vorrichtung zum Typendruck versehen worden (vgl. §. 27, XLV.).

§. 27.

Die Typendrucktelegraphen.

I. **Allgemeines.** Die Typendrucktelegraphen drucken das Telegramm in gewöhnlichen Lettern, daher für Jedermann verständlich, auf Papier (vgl. S. 352). Die Mittel, welche dazu mit Vortheil und Erfolg verwendet werden können, sind zum Theil mit von der räumlichen Ausdehnung der Telegraphenanlage und von der Zahl der Dienststellen abhängig, welche in dasselbe Leitungsnetz aufgenommen werden müssen. Die Länge der Leitung kann dazu drängen, dass man auf die gleichzeitige Verwendung mehrerer Leitungsdrähte für ein und dasselbe Apparatpaar verzichtet; die Aufnahme einer grösseren Anzahl von Stationen in dieselbe Linie macht dagegen das Arbeiten mit synchronen Triebwerken unthunlich. Es prägt sich hiernach ein Unterschied aus zwischen den für den telegraphischen Weltverkehr bestimmten Typendruckern und denen, welche in einem Netze von beschränkterer Ausdehnung Verwendung finden sollen. Die letzteren werden nach ihrer vorwiegenden Bestimmung gewöhnlich als Börsendrucker bezeichnet und finden in der Regel die Grenzen ihres Wirkungskreises innerhalb des Weichbildes einer Stadt; ihre Besprechung würde demnach in den Rahmen der zweiten Abtheilung des 4. Bandes fallen, doch wurde sie daselbst (S. 68), wie auch schon im 1. Bande S. 394 dem 3. Bande zugewiesen.

Die für den telegraphischen Grossverkehr bestimmten Typendrucktelegraphen arbeiten fast ausschliesslich mit synchron laufenden Triebwerken; Ausnahmen hiervon bilden die nachstehend in XLV., XLVI., IL. bis LIV. und LVI. behandelten Telegraphen. Der eine dieser Telegraphen (vgl. LIII.) erneut in geschickter Weise die Versuche, das Telegramm in Zeilen auf einem Papierstreifen zu drucken, ein anderer (vgl. LIV.) strebt eine Auswahl zwischen mehreren zu einem und demselben Typenfelde vereinigten Typen zu ermöglichen und so durch Verminderung der Schrittzahl bei der Einstellung eine höhere Leistung zu erzielen.

Den Börsendruckern ist zu der Zeit, als sie sich auch in den Grossstädten Europas in ausgedehnterem Masse Eingang zu erringen im Begriff standen, ein sehr gefährlicher Nebenbuhler in dem Telephon entstanden, obwohl sie sich vor dem lezteren des Vorzugs der Beschaffung eines gedruckten Nachweises über den gepflogenen Verkehr zu rühmen haben, während bei den städtischen Telephonanlagen zufolge der Benutzung eines Sprechtelegraphen (vgl. § 19, VI.) für einen bleibenden Nachweis nicht gesorgt ist; doch wird der letztere Umstand in einem gewissen Grade dadurch gemildert, dass bei diesen Anlagen (ebenso wie

bei Börsendruckern) die Betheiligten den telegraphischen Verkehr unmittelbar mit einander selbst abwickeln, ohne Mitwirkung eines Telegraphenbeamten.

Auch für die absatzweise mehrfache Telegraphie sind wiederholt und in verschiedenartigster Verwendungsweise Typendrucker in Vorschlag gebracht worden; die Besprechung derselben bleibt der diese Betriebsweise behandelnden Abtheilung vorbehalten; es gilt dies namentlich von dem Typendrucker von Baudot, doch sei hier wenigstens noch auf den eigenartigen Weg hingewiesen, auf welchem S. Roos und F. Ostrogowich in Florenz (Deutsches Patent Nr. 28 154 vom 22. Februar 1882; vgl. auch Zeitschrift für Elektrotechnik, 1885, S. 555) das Ziel zu erreichen versucht haben.

1. *Der Typendrucker von Hughes.*

II. **Wesen des Hughes.** Die Entwickelungsgeschichte des Typendruckers des 1831 in London geborenen, seit 1850 in Amerika als Musiklehrer, kurze Zeit später zugleich als Lehrer der Physik thätigen Prof. David Edwin Hughes ist bereits im 1. Bande S. 341 ff. gegeben worden; hier ist die jetzige Einrichtung dieses Typendruckers zu besprechen. Derselbe gehört zu derjenigen Klasse der Typendrucker (vgl. 1, 391), in welcher die zum Abdruck auf Papier vorhandenen Typen zu einem Ganzen, dem Typenrade, verwachsen sind und die Einstellung der im einzelnen Falle abzudruckenden Type ohne jede Mitwirkung der Elektricität, durch ein Triebwerk erfolgt; der Elektricität bleibt daher hier nur die Aufgabe, den Abdruck der eingestellten Type auf das Papier zu veranlassen, dabei hat aber Hughes auch noch die ganze mechanische Thätigkeit beim Drucken demselben Triebwerke, welches das Einstellen bewirkt, zugewiesen und die Wirksamkeit des elektrischen Stromes darauf beschränkt, den das Drucken besorgenden, für gewöhnlich still stehenden Theil des Triebwerks zur rechten Zeit, d. h. bei vollendeter Einstellung, mit dem beständig laufenden, das Typenrad bewegenden Theile des Triebwerks zu verkuppeln.

Bei der Wahl des rechten Augenblicks für die Stromsendung, die ja im gebenden Amte getroffen werden muss und daselbst nicht ohne eine zuverlässige Auskunft über die jeweilige Stellung des Typenrades im empfangenden Amte getroffen werden kann, hat Hughes ferner jede Thätigkeit des gebenden Beamten ausgeschlossen, zu welcher die Fassung eines Entschlusses in einem bestimmten Augenblicke und die Ausführung des Entschlusses, die Durchführung einer gewollten Handlung in diesem Augenblicke nöthig wäre; der gebende Beamte hat vielmehr blos die Möglichkeit der Stromentsendung herbeizuführen, für die wirkliche



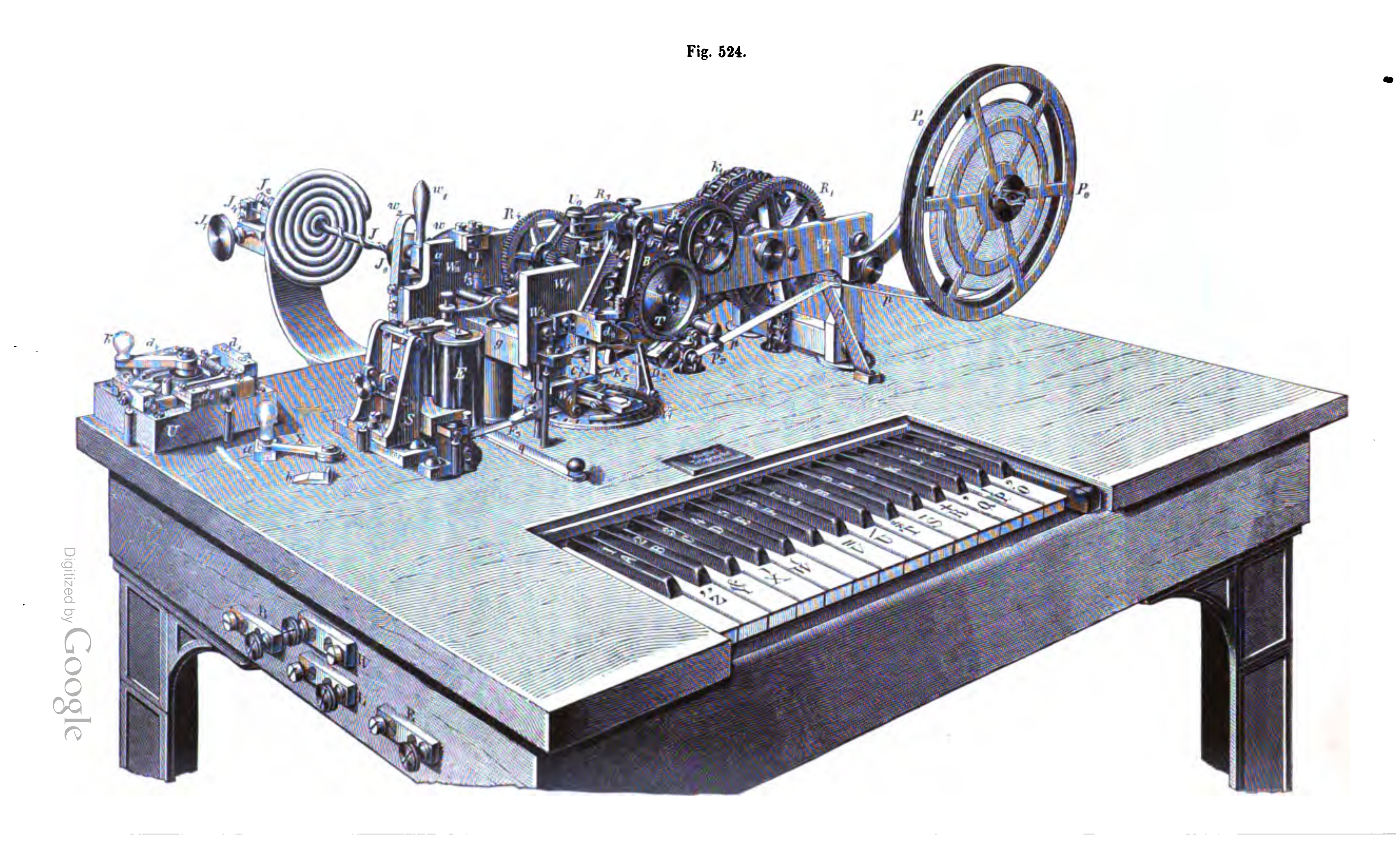
Entsendung des Stromes zur rechten Zeit sorgt ebenfalls ein Triebwerk (und zwar dasselbe, welches das Typenrad treibt). Aus denselben mechanischen Gründen nun, welche zur Wahl der Drehbewegung für das Typenrad geführt haben, wird man auch dazu gedrängt, dem die Stromsendungen bewirkenden Theile (dem Stromschliesser) eine Drehbewegung zu ertheilen.

Der Stromschliesser und das Typenrad, an welchem die vom Stromschliesser entsendeten Ströme zum Drucken verwerthet werden sollen, müssen in ihrer Stellung beständig übereinstimmen; deshalb müssen die beiden, diese Theile bewegenden Triebwerke synchron laufen, die beiden Theile selbst aber müssen bei Beginn der Bewegung in Uebereinstimmung mit einander gebracht werden. Zu letzterem geht die Anregung ebenfalls vom gebenden Amte aus und zwar bei der anfänglichen Einstellung (Einstellung im Allgemeinen), welche sich in folgender Weise vollzieht: man hält — bei laufendem Triebwerke im empfangenden Amte — das Typenrad mechanisch in einer bestimmten Stellung, auf eine bestimmte Type eingestellt, fest und sorgt dafür, dass es frei wird und vom Triebwerke in Umdrehung versetzt werden kann, sobald der Stromschliesser einen Strom sendet in derjenigen Stellung, bei welcher eben die eingestellte Type des jetzt noch still stehenden Typenrades abgedruckt werden soll.

Aus naheliegenden ökonomischen und mechanischen Gründen lässt Hughes weiter das Laufwerk im gebenden Amte nicht einen Stromschliesser allein und im empfangenden nicht blos das Typenrad treiben, sondern er verkettet einen Stromschliesser und ein Typenrad mit einem gemeinschaftlichen Triebwerke, das stets beide zugleich in Umdrehung versetzt, beim Geben sowohl, wie beim Empfangen. Jeder Hughes-Telegraph ist also eine Verschmelzung des Gebers und des Empfängers. Zum Telegraphiren unbedingt erforderlich ist hierbei jederzeit nur die Uebereinstimmung in der Stellung des Stromschliessers in dem eben als Geber benutzten Telegraphen und der Stellung des Typenrades in dem zur Zeit als Empfänger benutzten Telegraphen. Leicht lässt sich indessen auch die Stellung des Typenrades im Geber mit der des Stromschliessers im Geber in Einklang bringen, und wenn dies geschieht, so wird das abgesendete Telegramm auch im gebenden Telegraphen richtig gedruckt werden können; auf alle Fälle aber ist es der Erhaltung des Synchronismus förderlich, wenn auch im Geber die Druckvorrichtung mitarbeitet, also auch jedesmal in Thätigkeit versetzt wird, wenn im Empfänger eine Type abgedruckt wird[1]).

[1]) Dass die beiden Stromschliesser der zusammenarbeitenden Telegraphen in übereinstimmende Stellung gebracht werden, ist weder nöthig, noch möglich. Vgl. VIII. — Wenn man den gebenden Telegraphen das fortgegebene Telegramm mit drucken lässt, so erlangt

Fig. 524.



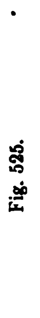
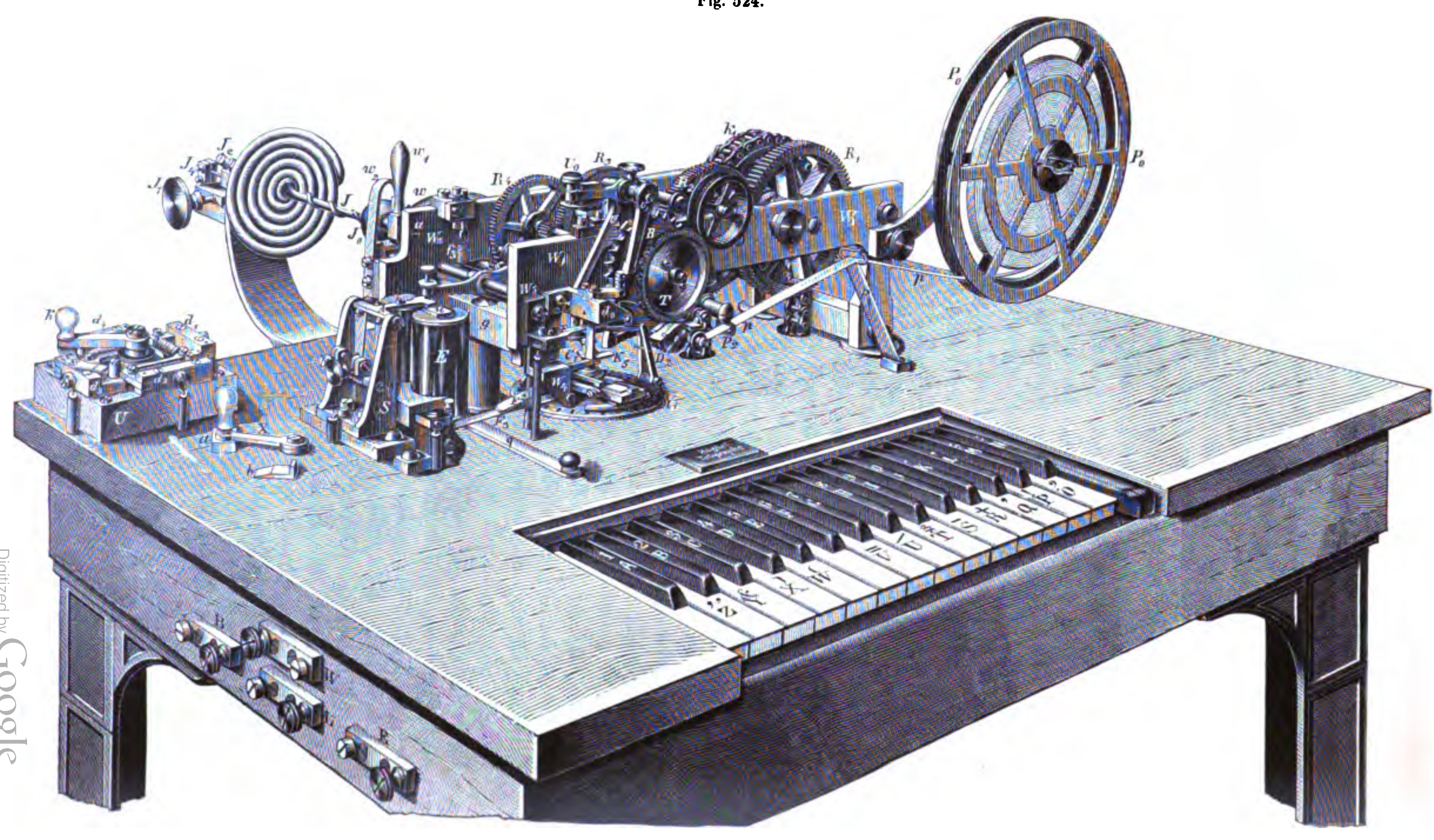


Fig. 525.

Fig. 524.



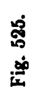


Fig. 525.

Mag nun auch der Regulator des Triebwerks noch so vollkommen sein, bei den vielgestaltigen Leistungen des Triebwerks wird der Synchronismus doch nicht auf eine beliebig lange Zeit erhalten bleiben. Es musste deshalb für eine Correction, für eine Ausgleichung der eingetretenen Abweichungen in der Stellung des Stromschliessers im Geber und des Typenrades im Empfänger gesorgt werden. Hughes entschied sich für eine unmittelbare mechanische Correction und Ausführung derselben am Typenrade, das ja ohnehin schon für den Zweck der anfänglichen Einstellung so angeordnet werden muss, dass es zeitweise ausser Zusammenhang mit dem Laufwerke gebracht werden kann. Wenn aber, obgleich doch der Anstoss zur Correction vom gebenden Amte ausgehen musste, die Correction dennoch nicht durch besondere elektrische Wirkungen — und unter einem für das eigentliche Telegraphiren nutzlosen Zeitaufwande — veranlasst werden soll, so müssen schon aus anderm Grunde nöthige Stromsendungen mit für die Zwecke der Correction verwerthet werden: man kommt zur Correction der Stellung des Typenrades bei oder vielmehr vor jedesmaligem Abdruck einer Type. Auf diese Weise lässt sich aber die Abweichung in der Stellung des Typenrades gegen den Stromschliesser nur beseitigen, so lange dieselbe eine gewisse Grösse noch nicht überschritten hat, und man muss dafür sorgen, dass sicher zwischen zwei aufeinander folgenden Druckthätigkeiten nicht eine so lange Zeit verstreicht, dass bei der thatsächlich nur erreichten (keineswegs vollkommenen) Genauigkeit und Uebereinstimmung der Triebwerke in ihrem Gange jene Grenze überschritten werden könnte.

Das Papier kommt in Form eines Streifens zur Verwendung und wird mit dem Telegramm in einer einzigen fortlaufenden Zeile bedruckt. Die Papierbewegung ist daher stets die nämliche: der Streifen muss für jeden Druck um die Breite einer Type verschoben werden. Dies lässt sich einfach gleich mit von dem den Druck besorgenden Theile des Triebwerks aus bewirken.

Beim Drucken kommt das Typenrad gar nicht zum Stillstande, was für die Erhaltung der gleichförmigen Bewegung des ganzen Apparates sehr wesentlich ist. Dies macht aber weiter nöthig, dass während des Druckens auch der Papierstreifen in demselben Sinne und mit derselben Geschwindigkeit bewegt wird, wie das Typenrad; denn wenn diese beiden dabei eine relative Bewegung gegeneinander machten, so würde kein reiner Abdruck der Type, sondern ein Abwischen der an der Type haftenden Druckfarbe auf den Streifen erfolgen.

man nicht nur einen bleibenden Beleg für das Telegraphirte, sondern man kann auch, wenn man — etwa durch einen zweiten Beamten — das Abgedruckte noch während des Telegraphirens prüfen lässt, sofort die etwa beim Telegraphiren untergelaufenen Fehler berichtigen.



Die Leistungsfähigkeit des Hughes ist durch Verminderung der Felderzahl bei gegebener Zeichenzahl vergrössert. Die Zahl der Felder ist 28; 2 derselben werden für besondere Zwecke (Zwischenräume und Figurenwechsel) gebraucht; von den übrig bleibenden 26 Feldern ist jedes mit 2 Zeichen — einem Buchstaben und einer Ziffer bez. einem Schriftzeichen — besetzt und eine Einrichtung (Figurenwechsel) getroffen, dass nach dem Willen des Gebenden entweder das eine, oder das andere Zeichen gedruckt werden kann. Dem entsprechend läuft der Stromschliesser auch nur über 28 Feldern um.

In Betreff der Stromentsendung findet sich in den Hughes-Gebern insofern eine Verschiedenheit, als die Schliessung des Stromkreises theils unmittelbar an dem umlaufenden Stromschliesser erfolgt, theils nur mittelbar von demselben mittels eines besonderen, von ihm bewegten Contacthebels bewirkt wird. Ersteres ist bei dem in Fig. 525 abgebildeten älteren, Letzteres bei dem in Fig. 524 dargestellten neueren Apparate der Fall. Die sonstigen Verschiedenheiten in diesen beiden Telegraphen werden gelegentlich zur Besprechung kommen.

Auch die Art und Weise, wie in dem gebenden Apparate bei der Stromentsendung die Verkuppelung des das Drucken besorgenden Theiles des Laufwerks mit dem übrigen Laufwerke herbeigeführt wird, ist nicht bei allen Hughes-Telegraphen die nämliche. Bei den einen wird diese Verkuppelung durch eine elektrische Wirkung, ganz so wie beim Empfangen veranlasst, bei den anderen dagegen auf rein mechanischem Wege, von den gebenden Theilen aus und zwar von dem durch den umlaufenden Stromschliesser bewegten Contacthebel. Es bedingt dies nicht nur gewisse Verschiedenheiten im Betreff der Stromwege, sondern es ist auch von Einfluss auf den Gang des Apparates, wegen der in beiden Fällen verschieden grossen Beanspruchung des Laufwerks.

Nach dem bisher Erörterten (vgl. auch XXVIII.) werden sich die Theile des Typendruckers von Hughes in folgender Weise gruppiren:

A. das Triebwerk nebst Zubehör, bestehend aus:
   a) der Kraftquelle und der Aufziehvorrichtung; vgl. XXIV.;
   b) dem Räderwerk; vgl. XXV.;
   c) dem Schwungrad und dem Regulator; vgl. XXVI. und XXVII.;

B. der Geber, welcher umfasst:
   a) die Schlittenaxe und die an ihr sitzenden Theile des Schlittens; vgl. XIV.;
   b) die Contact machenden Theile; vgl. XV. bez. XVI.;
   c) die Claviatur nebst Tastenhebel und Stiftbüchse; vgl. VII. und XIV.;

C. der Empfänger, zu welchem gehören:
a) die Typenradaxe nebst Zubehör; vgl. VI., VIII. und X.;
b) die den Druck (Schwärzen, Drucken, Papierbewegung) vollziehenden Theile; vgl. IX., X. bis XIII.;
c) die Druckaxe und die Kuppelung zwischen ihr und der Schwungradaxe; vgl. IV. und V. bez. XVII. und XVIII.;
d) der Elektromagnet; vgl. III.

Hierzu treten noch eine Reihe von Theilen, welche sich für den Betrieb nöthig erwiesen und als

D. die Theile für Schaltungszwecke (vgl. auch XXI.) bezeichnet werden mögen, nämlich:
a) der Auschalter und der Stromwender; vgl. XXI.;
b) der Wecker und sein Umschalter; vgl. XXIII. und XXVI.;
c) die Unterbrechungsfeder; vgl. VIII.;
d) die isolirte Feder; vgl. XX.;
e) die Kurzschliessung am Ankerhebel; vgl. XXI.

Nach der Besprechung der Einrichtung und Anordnung sämmtlicher Theile und ihres Zusammenwirkens wird noch ein Blick auf die Einleitung des Telegraphirens und die Leistung des Hughes (vgl. XXIX. und XXX.) zu werfen sein.

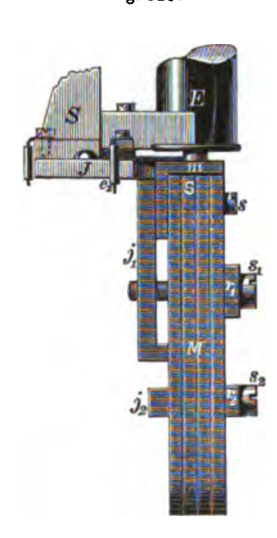
III. **Der Elektromagnet.** In den perspectivischen Abbildungen Fig. 524 und Fig. 525 ist der Elektromagnet E mit seinem Ankerträger S links sichtbar, Fig. 528 und 529 zeigen dieselben in $^2/_3$ der natürlichen Grösse im Aufriss und Grundriss. Die Bewickelung der beiden stabförmigen Rollen ist unmittelbar auf die Eisenkerne gewickelt und oben wie unten von einer Messingscheibe begrenzt; jede Rolle enthält etwa 8500 Windungen eines mit Seide besponnenen Kupferdrahtes von 0,15 mm Durchmesser und besitzt etwa 500 S. E. Widerstand[*]). Die Zuführungsdrähte e_1 und e_2, Fig. 529 und 528, sind zunächst an zwei (in Fig. 527 rechts und links neben den beiden Spulen E sichtbare) Messingschienen gelegt, an welche zugleich das eine Paar der Enden der Bewickelung geführt sind; das andere Paar ist an eine zwischen jenen beiden Schienen gelegene Schiene geführt und durch dieselbe zugleich mit einander verbunden. Diese drei Schienen liegen auf einer dickeren Ebonitplatte, welche von e_1 bis e_2 quer durchläuft, und unter dieser befindet sich noch eine dünnere und bis an die Elektromagnetkerne heran reichende Ebonitplatte von der nämlichen Breite; die sämmtlichen Verbindungen werden von einer sie schützenden Holzkapsel e, Fig. 528 und 529, überdeckt.

[*]) So bei den deutschen Apparaten; in anderen Ländern ist der Widerstand etwas grösser, etwa 1200 S. E. in beiden Rollen. — Die Drahtstärke war früher 0,2 mm.

Die hohlen Kerne aus weichem Eisen sind auf die Pole **S** und **N** eines Hufeisenmagnetes *M* aufgesetzt, welcher aus 4 Stahllamellen besteht; die Lamellen sind zunächst mittels der beiden durch sie hindurchgehenden Schrauben *s*, Fig. 526 und 527, mit einander verbunden und werden ausserdem durch die Schrauben s_1 und s_2 zwischen den Stegen r_1 und r_2, dem lothrechten Schenkel j_1 eines Messingwinkels und dem Stege j_2 festgehalten. Mittelst der Schraube s_1 ist der Magnet *M* zugleich mit j_1 fest verbunden. Der horizontale Schenkel *J* des Messingwinkels ist auf der oberen Fläche des Apparattisches mittels zweier Holzschrauben befestigt und auf ihn ist die Fussplatte des Ständers *S*

Fig. 527.

Fig. 526.



aufgeschraubt. Auf die Pole des Hufeisens sind die Eisenwinkel *m*, *m* aufgelegt, welche die Elektromagnetkerne tragen. Die Winkel *m*, *m* stehen etwas über die Tischplatte vor und neben ihnen lässt sich der Schwächungsanker *q*, ein in Fig. 529 abgebrochen gezeichneter, nach hinten zu schräg zugespitzter Eisenstab, verschieben. Je weiter dieser Stab an den Winkeln *m*, *m* nach hinten geschoben wird, desto mehr schliesst er den Stahlmagnet *M* und desto mehr schwächt er die magnetisirende Wirkung desselben auf die Elektromagnetkerne und auf die in die Kerne eingesetzten Polschuhe *u*, *u*. Mittels des Schwächungsankers *q* lässt sich also die Stärke des permanenten Magnetismus der Kerne reguliren.

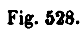


Fig. 528.

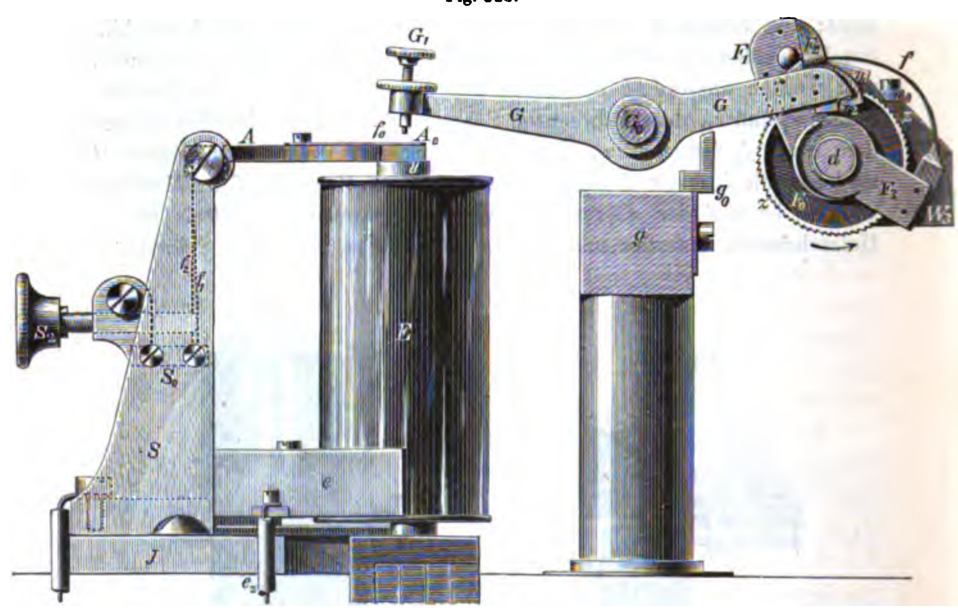
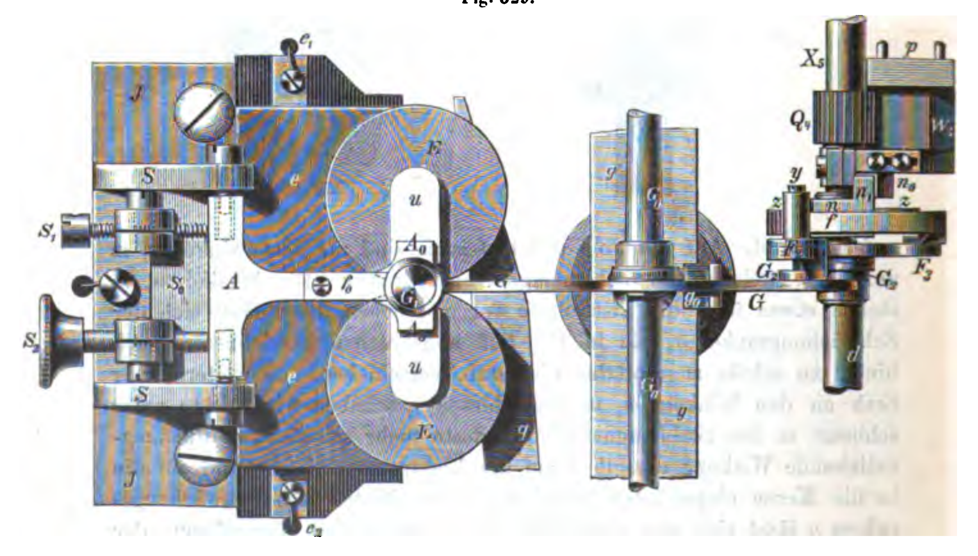


Fig. 529.



In den beiden Schenkeln des Ständers S ist um Zapfenschrauben drehbar der Anker A gelagert. Der über den Polschuhen liegende Theil A_0 desselben ist verhältnissmässig kurz. An dem nach links liegenden längeren Theile des Ankers sind zwei verschieden kräftige stählerne Blattfedern (die Ankerfedern) f_1 und f_2 angeschraubt, deren Spannung mittels der Schrauben S_1 und S_2 regulirt werden kann; zufolge ihrer Spannung streben die Ankerfedern den Anker A von den magnetischen Kernen, welche ihn für gewöhnlich an sich festhalten, abzureissen. Zwei geschlitzte Backen, welche von dem zwischen die Schenkel des Ständers S eingeschraubten Querstücke S_0 heraufragen, bilden die Muttern für S_1 und S_2. Durch Pressschrauben lassen sich die Schrauben S_1 und S_2 in ihren Backen festlegen. Die Schraube S_1 besitzt einen eingeschnittenen und durchbohrten Kopf, der Kopf der Schraube S_2 dagegen ist grösser und gerändert; mit S_1 wird wesentlich die Stärke der Abreissung regulirt, nöthig werdende geringere Abänderungen derselben werden mittels S_2 bewirkt.

Die Telegraphirströme durchlaufen die Rollen E in einer solchen Richtung, dass sie in den Kernen die entgegengesetzte Polarität von derjenigen hervorzurufen streben, welche ihnen vom Stahlmagnete M ertheilt wird. Die Empfindlichkeit des Elektromagnetes wird mittels des Schwächungsankers q und der Schrauben S_1 und S_2 so bemessen, dass die Ströme den Magnetismus der Kerne so stark schwächen, dass die Ankerfedern den Anker kräftig von den Polen u, u abzureissen vermögen. Auf die Pole ist ein Papierstreifen mittels Wachs aufgeklebt, damit der Anker nicht kleben bleibe.

Der abgerissene Anker soll nun — zu dem gleich weiter zu besprechenden Zwecke — kräftig gegen die Schraube G_1 anschlagen, welche in dem über ihm liegenden Ende des Auslösehebels G sitzt. Deshalb ist auf die obere Fläche des Ankers ein Schutzblech f_0, eine dünne Stahlfeder, aufgeschraubt und schützt den Anker gegen Beschädigung. Die Schraube G_1 ist durch eine Gegenmutter festgelegt.

IV. **Die Einrückung oder Kuppelung der Druckaxe.** Wie schon im II. aus einander gesetzt worden ist, haben die Telegraphirströme im Hughes nur die Aufgabe, bei vollendeter Einstellung des Typenrades den für gewöhnlich still stehenden Theil des Laufwerks, welcher das Abdrucken der eingestellten Type auf das Papier zu bewirken hat, mit dem das Typenrad bewegenden, beständig laufenden Theile zu verkuppeln. Durch das Räderwerk wird die Bewegung mittels des Getriebes Q_4 bis zu der Axe X_5, Fig. 529, fortgepflanzt; diese Axe X_5, welche beständig umläuft, reicht aber nicht von der hinteren Wange W_2, Fig. 524, des Laufwerks bis zu der vorderen Wange W_1 desselben, sondern sie findet ihr zweites Lager nahe vor Q_4 in dem an W_2 angeschraubten gekröpften Gestelltheile W_3. Vor W_3 endet die

Axe X_5 in einem Zapfen, welchen die in der Verlängerung von X_5 liegende Druckaxe d mit einem in ihr Ende eingearbeiteten Loche umfasst; unter der Wange W_1 geht d hinweg und ruht mit einem Zapfen in dem an die Wange W_1 angeschraubten, stark vor dieselbe vortretenden Messingwinkel d_0; ein drittes Lager findet die Axe d in einem an der Unterseite der Wange W_1 mit zwei Kordenschrauben befestigten Messingbügel; auf diese Weise ist also auch d gut gelagert; Unmittelbar hinter jenem Zapfen der Axe X_5 sitzt auf letzterer ein Sperrrad z mit feinen Zähnen, welches mit X_5 in der durch den Pfeil in Fig. 528 angegebenen Richtung umläuft und diese Bewegung auf die Axe d zu übertragen vermag, wenn und so lange die Zähne der ebenfalls fein gezahnten Sperrklinke n in die Zähne von z eingedrückt werden. Die Sperrklinke n ist an der Rückseite des Flügels F_1, der zweiflügeligen Platte F_1F_3 (vgl. auch Fig. 535) angeschraubt, welche an dem der Axe X_5 zugekehrten Ende der Druckaxe d sitzt. An dem Flügel F_3 ist die Feder f angeschraubt, deren freies Ende auf der oberen Fläche von n aufruht. Die Feder f strebt also die Klinke n nach unten zu drücken und in die Zähne von z einzulegen; sie kann dies jedoch nicht thun, so lange der von n aus nach rückwärts sich erstreckende Fortsatz n_1 nicht ebenfalls mit nach unten gehen kann.

Fig. 530.

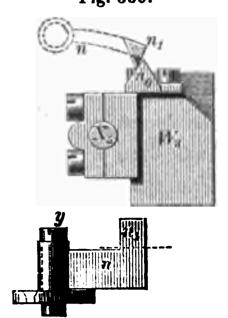
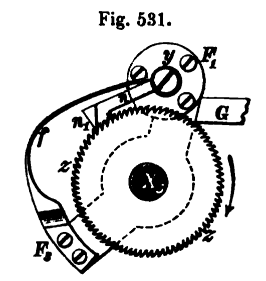


Fig. 531.



Auf die obere Fläche des an die Wange W_2 angeschraubten Winkels W_3 ist nun verstellbar die schiefe Ebene n_0 aufgeschraubt, d. i. ein dreiseitig-prismatisches, von beiden Seiten her nach oben in eine scharfe Kante auslaufendes Stahlstück, das in Fig. 530 — nebst dem nach der punktirten Linie in dem beigefügten Grundrisse geschnitten gedachten Fortsatze n_1 — besonders dargestellt ist. Hieraus geht hervor, dass n_1 seinerseits nicht niedergehen kann, wenn nicht zugleich der Flügel F_1 in der Richtung des Pfeiles in Fig. 528 auszuweichen vermag, was wiederum unmöglich ist, so lange der die Verkuppelung und Entkuppelung veranlassende Auslöshebel G die in Fig. 528 gezeichnete Lage hat, weil da der nach vorn gerichtete Ansatz F_2 (das Prisma) an dem Flügel F_1 von einem Anschlage der an das nach rechts hin liegende Ende des Auslöshebels mit 2 Schrauben angeschraubten und durch 2 Stahlstifte in ihrer Lage gesicherten Platte G_2 festgehalten wird.

Sobald dagegen der abgerissene Anker A gegen die Schraube G_1 schlägt, dadurch den Einrück- oder Auslöshebel G um seine Axe G_0 ein Stück dreht und dabei den rechten Arm desselben entsprechend tief senkt, wird das vortretende Ende des Ansatzes F_2 von G_2 frei gelassen; sofort drückt nun die Feder f den Fortsatz n_1 auf der linken Fläche der schiefen Ebene n_0 nach unten und giebt dabei der Druckaxe d den ersten Anstoss zur Drehung in der Pfeilrichtung, gleich hinterher aber senkt sich die Sperrklinke n, wie dies die Rückansicht Fig. 531 zeigt, in die Zähne des Sperrrades z ein, und von da ab nimmt die Axe X_5 die Druckaxe d regelmässig mit, so lange die Kuppelung nicht wieder gelöst wird. Damit der Hebel G sich mit seinem rechten Arme nicht etwa zu tief senkt, ist an der von einem Ständer getragenen Querverbindung g, Fig. 528 und 529, der Apparatwangen ein Messingwinkel g_0 befestigt, welcher bis dicht an den Hebel G heraufreicht.

Die Axe G_0 des Auslöshebel G ist auf zwei Zapfenschrauben in den Wangen des Laufwerkes gelagert. Der Hebel G wird durch die Spiralfeder f_3, Fig. 524, mit dem nach rechts liegenden Arme nach oben gezogen und in seiner Ruhelage erhalten. Die Feder f_3 ist mit dem einen Ende in einen an der Axe G_0 vorstehenden Stift eingehakt, mit dem andern in einen Stahlzapfen, der durch ein an die Wange W_2 angeschraubtes Messingstück hindurchreicht; behufs Regulirung der Spannung der Feder f_3 ist der Stahlstift mit einem seitlichen Einschnitte versehen, in welchen ein vorstehender Rand an der neben dem Stifte befindlichen Schraube hineingreift, so dass sich beim tieferen Einschrauben dieser Schraube in das Messingstück auch der Stift senkt und die Federspannung sich vermindert, beim Herausschrauben der Schraube dagegen zunimmt.

In Fig. 532 ist eine andere (ältere) Anordnung für denselben Zweck abgebildet. Hier steht der Stift l_2 nach der entgegengesetzten Seite hin aus der Axe G_0 heraus und wird von der Feder l durch Vermittelung des Stäbchens l_1 nach unten gedrückt, dabei also ebenfalls G_2 gehoben. Vgl. auch Fig. 554. — Auch G_2 und das vierseitige Prisma F_2 haben in Fig. 532 etwas andere Form und Anordnung als in Fig. 528 und 535.

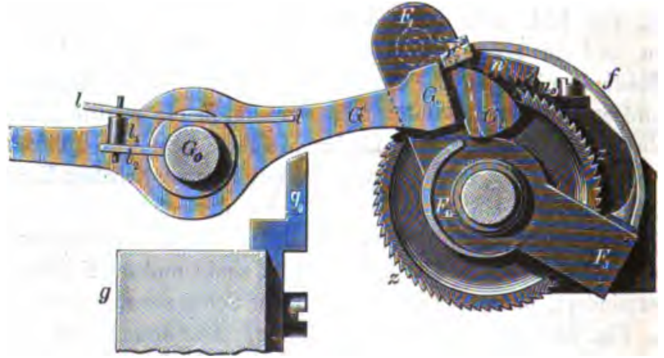
V. **Die Wiederausrückung oder Entkuppelung der Druckaxe.** Nach vollendetem Druck muss die Druckaxe d wieder aus dem beständig umlaufenden Theile des Laufwerkes ausgerückt oder entkuppelt werden; denn sonst würden fort und fort Typen abgedruckt werden, nicht wie es nach dem Wortlaute des Telegramms zu geschehen hat, sondern wie sie sich dem geometrischen Zusammenhange zwischen der Druckaxe und der Typenradaxe zum Abdruck darbieten. Die sämmtlichen Druckverrichtungen vollziehen sich nach erfolgter Einrückung der Druckaxe bei einmaligem Umlaufe derselben; nach einem

Umlaufe der Druckaxe muss also der Stand der Dinge genau wiederhergestellt sein, wie er unmittelbar vor dem Einrücken war, d. h. es muss der Sperrkegel n wieder aus dem Sperrrade z ausgehoben und zu einem neuen Einfallen bereit gestellt sein, es muss aber auch der Auslöshebel G zuverlässig in die (in Fig. 528 gezeichnete) Lage zurückgebracht sein, in welcher er der Bewegung der Druckaxe endgiltig ein Ziel setzt. Beides geschieht, aber in verschiedener Weise, während der einen Umdrehung der Druckaxe d und durch dieselbe.

Kurz bevor die Druckaxe ihre Umdrehung vollendet hat, trifft der Fortsatz n_1 der Sperrklinke n wieder gegen die schiefe Ebene n_0 und läuft auf der nach rechts liegenden Fläche derselben hinauf; bald wird dabei zwar die Klinke n aus den Zähnen des Rades z ausgehoben, zufolge der Trägheit läuft jedoch die Druckaxe noch weiter, n_1 übersteigt die Kante der schiefen Ebene n_0, und es würde die Feder f eine

Fig. 532.





neue Einrückung herbeiführen, wenn sich das Prisma F_2 nicht an dem Anschlage der Platte G_2 finge. Deshalb ist an der Flügelplatte F_1F_3 nach vorn zu noch ein sichelförmiges Stahlstück F_0 (das Excentrik) angebracht, welches bereits, wenn die Druckaxe ihre Umdrehung nahezu halb vollendet hat, mit seiner vorausgehenden Schneide unter die entsprechend abgerundete untere Fläche der Platte G_2 tritt und dann diese Platte sammt dem Hebel G allmählich emporschiebt. Dabei senkt sich zugleich das über dem Anker A_0 liegende Ende des Auslöshebels G und drückt durch G_1 den Anker sicher an die Pole des Elektromagnets an. G_2 bleibt gehoben, bis die Platte F_1F_3 kommt, auf der oberen, ebenfalls abgerundeten Fläche von G_2 hinaufgleitet und endlich von dem Anschlage der Platte G_2 aufgehalten wird, nachdem sie kurz vorher G_2 wieder etwas nach unten gedrückt und dadurch auch G_1 in seine Ruhestellung (Fig. 528) zurückgebracht hat.

Wäre die Trägheit der Druckaxe d nicht ausreichend, um n über die Kante von n_0 hinwegzubewegen, so würde der Druck der Feder f auf den Rücken der Klinke n ein Niedergehen des Fortsatzes n_1 auf der rechten Fläche der schiefen Ebene n_0 im Gefolge haben, und die Zähne von z würden knirschend an den Zähnen der Klinke n hinstreichen. Was dann zu thun ist, wird in X. erörtert werden. Vgl. auch XXIX.

VI. **Die Bewegung des Typenrades.** In II. sind in Kürze die Anforderungen entwickelt worden, welche an das Typenrad gestellt werden müssen. Um die anfängliche Einstellung des Typenrades zu ermöglichen, darf dasselbe zunächst nicht fest mit der Axe X_4, Fig. 533 ($^2/_3$ der natürl. Grösse), verbunden werden, von welcher aus es in Umdrehung versetzt werden soll. Die beim Druck von der Druckaxe auf das Typenrad T auszuübende Correctionsthätigkeit kann ferner

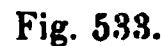
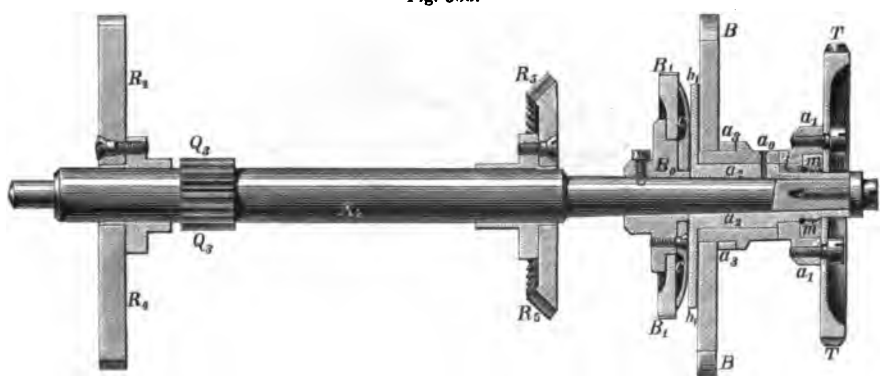


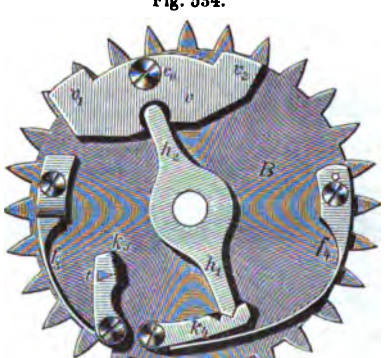
Fig. 533.



nicht wohl auf das Typenrad selbst ausgeübt werden, weil dasselbe verschiedene Stellung gegen den corrigirenden Theil (Correctionsdaumen) an der Druckaxe haben muss, je nachdem Buchstaben oder Ziffern gedruckt werden sollen; daher wird mit dem Typenrade T zunächst in einer den Figurenwechsel gestattenden Weise ein besonderes Correctionsrad B verbunden, auf welches der Correctionsdaumen wirkt; auf dieses wird von der Axe X_4 die Bewegung übertragen und von ihm dem Typenrade mitgetheilt; die Uebertragung wird aber durch eine lösbare Kuppelung so bewirkt, dass für die Correctionszwecke das Rad B mit dem Typenrade auf der Axe X_4 vor- und zurückgestellt werden kann, und dass auch bei der anfänglichen Einstellung das Typenrad T und das Correctionsrad B still stehend erhalten werden können, während die Axe X_4 ihren Umlauf regelmässig fortsetzt.

Demgemäss ist auf die Axe X_4 die messingne Buchse B_0 aufgesteckt und zunächst vor der Wange W_1 mittels einer Schraube fest mit X_4 verbunden (vgl. Fig. 533 und 539); auf einen Absatz der Buchse B_0 ist das mit feinen Sperrzähnen versehene, stählerne Frictionsrad B_1 aufgesteckt und wird durch die mit drei Schrauben an B_0 angeschraubte, in der Mitte ausgebauchte, am Rande aber aufgeschlitzte und dadurch federnd gemachte Messingscheibe c mit starker Reibung gegen den vorspringenden Rand von B_0 angepresst; zufolge der Reibung wird B_1 für gewöhnlich von B_0 mitgenommen, kann indessen auch, wenn bei der Correction erforderlich, der Bewegungsrichtung von B_0 entgegen ein Stück auf B_0 verschoben werden. Wie Fig. 539 deutlicher erkennen lässt, ist an die nach B_1 hin liegende Fläche des Correctionsrades B eine Sperrklinke k_3 angeschraubt, welche in Fig. 534 — weil sie hier der Wirkung der Feder f_3 ungehindert folgen kann —

Fig. 534.



zu weit nach der Axe von B hin liegt, in Wirklichkeit aber durch die Feder f_3 nur in die Zähne von B_1 eingedrückt wird; k_3 überträgt daher für gewöhnlich die Bewegung von X_4 auf B.

An derselben Seite ist an B ferner der stählerne, etwas eigenartig gestaltete Wechselhebel v angeschraubt, welcher um die Befestigungsschraube v_0 ein Stück in der einen oder andern Richtung gedreht werden kann, wenn auf einen der Flügel v_1 und v_2 nach der Axe von B hin ein Druck ausgeübt wird (vgl. XII.). Der Wechselhebel umfasst mit einem ausgerundeten Einschnitte das Ende h_2 des zweiarmigen Hebels $h_1 h_2$, dessen zweites Ende h_1 zugespitzt ist und in einem der beiden Einschnitte der Klinke k_4 liegt, welche von der gleich k_4 an B drehbar angeschraubten Feder f_4 gegen h_1 angedrückt wird[3]).

[3]) In der Form und Anordnung der Klinke k_4 und der Feder f_4 findet sich bei den Telegraphen verschiedener Länder eine ziemliche Mannigfaltigkeit.

Wenn v sich um v_0 dreht, so wechselt h_1 den Einschnitt in k_4, sonst aber überträgt k_4 einfach die Bewegung von B auf den Hebel $h_2 h_1$.

Nun ist aber der Hebel $h_1 h_2$ an der stählernen Buchse a_2 befestigt, welche sich frei auf der Axe X_4 drehen kann, da sie durch die mittels einer Schraube am Ende von X_4 festgehaltene Unterlagscheibe blos an einer Verschiebung entlang der Axe X_4 verhindert wird. Auf die Buchse a_2 ist frei beweglich das Correctionsrad B mit seiner Buchse a_3 aufgeschoben und vor a_3 noch die Buchse a_1, an welche mittels zweier Schrauben das Typenrad T angeschraubt wird, nachdem mittels der Mutter m die Buchse a_1 fest gegen a_2 angedrückt worden ist; die Löcher in T, durch welche die beiden Befestigungsschrauben nach a_1 gehen, sind etwas länglich, damit T beim Aufschrauben genau gegen a_1 und somit auch gegen $h_1 h_2$ und B eingestellt werden kann. Die Buchse a_2 ist an der Stelle, wo a_1 über sie hinweggreift, etwas mehr abgedreht, als auf der nach $h_1 h_2$ hin liegenden Länge, und a_1 legt sich gegen den so gebildeten Absatz von a_2 an, wie dies in Fig. 533 unten zu sehen ist; an einer (in Fig. 533 als oben liegend gezeichneten) Stelle dagegen ist in a_2 eine vorspringende Nase i eingesetzt, welche in eine entsprechende, in a_1 eingearbeitete Nuthe hineingreift; a_2 und a_1 bewegen sich deshalb stets gemeinschaftlich.

Hiernach wird für gewöhnlich die Bewegung von X_4 durch B_0, B_1 und k_3 auf B übertragen und durch k_4 weiter auf $h_1 h_2$, a_2, a_1 und T; B_1, B und T drehen sich gleichzeitig und mit gleicher Winkelgeschwindigkeit. Wird k_3 aus B_1 ausgehoben, so dreht sich blos noch B_1 mit X_4, B und T dagegen bleiben still stehen; wie davon bei der anfänglichen Einstellung des Typenrades Gebrauch gemacht wird, soll später erörtert werden (vgl. VIII.). Bei jeder Drehung des Wechselhebels v um v_0 wird T um einen gewissen Winkel gegen B vor- oder zurückgestellt. Wird durch einen Druck, welcher auf einen der 28 scharfen Zähne des stählernen Correctionsrades B ausgeübt wird (vgl. X.), dieses vorwärts im Sinne der Drehrichtung verschoben, so gleitet einfach die Sperrklinke k_3 über die Zähne von B_1 hin; erfolgt dagegen eine gleiche Verschiebung der Drehrichtung entgegen, so muss k_3 das Frictionsrad B_1 mit zurückdrehen und um den gleichen Betrag auf seiner Buchse B_0 verschieben.

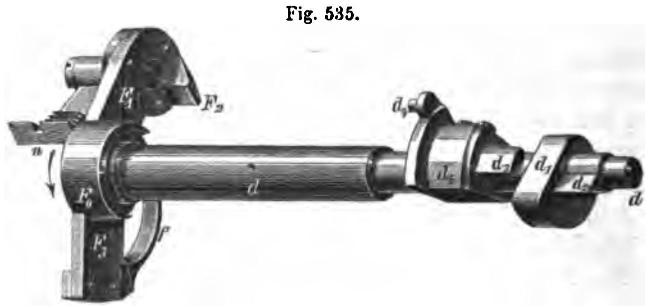
Die Bewegung der Buchsen a_3 und a_2 auf einander und auf der Axe X_4 erleichtert das durch das Schmierloch a_0 zugeführte Oel.

Das Typenrad ist eine kreisförmige Scheibe, welche an ihrem Umfange in 56 gleiche Theile getheilt und mit 52 erhabenen Typen (26 Buchstaben, 10 Ziffern, 16 Satz- und sonstige Zeichen) besetzt ist; 2 Paar benachbarte Theile sind nicht mit Typen besetzt, wie dies schon in II. erwähnt wurde; auch die regelmässige Abwechse-

lung der Buchstabentypen mit den anderen ist schon in II. (S. 623) angedeutet worden.

VII. **Die Claviatur im Geber.** Die Möglichkeit der rechtzeitigen Entsendung der Telegraphirströme (vgl. II.) hat der gebende Beamte durch das Niederdrücken je einer Taste zu beschaffen; kommt dann der von der Typenaxe X_4, Fig. 533, aus mittels des fest auf der Axe X_4 sitzenden Kegelrades R_5 in Bewegung gesetzte Stromschliesser an die der niedergedrückten Taste entsprechende Stelle seines Umlaufs, so veranlasst er die Entsendung des Stromes (vgl. XIV. bis XVI.). In Uebereinstimmung mit den 28 Feldern des Typenrades sind 28 Tasten vorhanden, und diese sind in der Claviatur des Gebers in zwei Reihen neben einander angebracht (vgl. Fig. 524 und 525). Die Tasten der einen Reihe sind schwarz, die der andern weiss; die ersteren sind etwas kürzer als die weissen und wechseln regelmässig mit denselben ab. Jede einem Typenfelde entsprechende Taste ist mit den

Fig. 535.



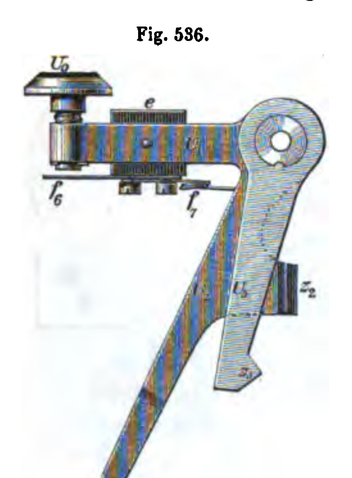
beiden Schriftzeichen des zu ihr gehörigen Feldes beschrieben. Die den beiden leeren Feldern des Typenrades entsprechenden Tasten (Blank- oder Leer-Tasten) sind unbeschrieben und beide weiss; die erste derselben (Blank der Buchstaben) befindet sich ganz links neben dem „**A**", die andere (Blank der Ziffern) ist die sechste weisse von links her und liegt zwischen dem „**V**" und „**W**".

Wie aus Fig. 524 und 525 (vgl. auch Handbuch, **1**, 348) zu ersehen ist, sind die Tasten so vertheilt, dass die Buchstaben in alphabetischer Folge in der schwarzen Reihe von links nach rechts, in der weissen Reihe dagegen von rechts nach links auf einander folgen, also gewissermassen einen Kreislauf bilden. Jene Abbildungen lassen zugleich erkennen, welche Zeichen überhaupt mit dem Hughes telegraphirt werden können.

Die 28 Tasten liegen bei dem in Fig. 524 abgebildeten Telegraphen in einem 340 mm langen und 175 mm tiefen Ausschnitte an der vorderen Längsseite der Tischplatte.

VIII. **Anfängliche Einstellung des Typenrades.** Bei Beginn des Telegraphirens muss das Typenrad des Empfängers mit dem Stromschliesser des Gebers in Uebereinstimmung gebracht werden (vgl. II.). Das Typenrad des Empfängers — und nach Befinden zugleich auch das des Gebers — muss dazu zunächst ausser Verbindung mit dem bereits in Gang gesetzten Laufwerke gebracht und in einer bestimmten Stellung mechanisch festgehalten werden; dies geschieht beim Niederdrücken des dreiarmigen Einstellhebels $U_1 U_2 U_3$, welcher in $^2/_3$ der natürlichen Grösse in Fig. 536 für sich allein, in Fig. 537 bis 539 in seiner Verbindung mit den anderen Theilen gezeichnet ist. Dieser Hebel ist auf eine an der vorderen Apparatwange W_1 angebrachte Axe aufgesteckt. Der mit dem Ebonitknopfe U_0 versehene Arm U_1 und der Arm U_2 liegen dicht vor der Wange W_1, der Arm U_3 dagegen knapp vor dem Correctionsrade B. Letzterer endet unten in einen nach rechts gerichteten keilförmigen Vorsprung z_3; wird der Arm U_1 niedergedrückt, so legt sich z_3 an einen in die Buchse a_3 des zur Zeit noch mit umlaufenden Correctionsrades eingesetzten Stahlring an und tritt in die Vertiefung a (Fig. 538) des Ringes ein, sobald dieselbe an den Ort

Fig. 536.



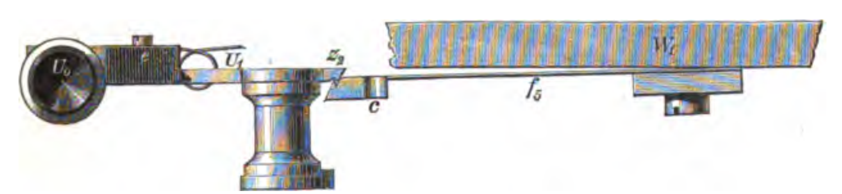


Fig. 537.

des Keils z_3 herangekommen ist; von jetzt ab wird das Rad B sammt dem Typenrade T still gehalten. Bevor noch z_3 in a eintritt, wird jedoch die Sperrklinke k_3 bereits aus den Zähnen des Frictionsrades B_1 ausgehoben und zwar mittels des aus ihr nach W_1 hin vorstehenden Stiftes t, Fig. 534 und 539, welcher für gewöhnlich mit dem Correctionsrade B umläuft, ohne auf irgend ein Hinderniss zu stossen; jetzt ist aber durch das Niederdrücken des Armes U_1 auch der Arm U_2 nach rechts bewegt worden, hat dabei mit der Schneide z_2 auf die schräge Fläche des an der Blattfeder f_5 sitzenden Stahl-

stücks c gewirkt, dasselbe nach dem Frictionsrade hin vorgedrängt und ist dann mit dem Haken der Schneide z_2 hinter dem hakenförmigen Vorsprunge an c eingeschnappt (Fig. 537; in etwas grösserem Massstabe), so dass nun U_1 in der niedergedrückten Lage festgehalten würde, auch wenn man den Finger von U_0 wegnähme. Die Feder f_5 ist mit einer Schraube unter Vermittelung einer untergelegten Messingplatte an der Wange W_1 befestigt. In seiner vorgeschobenen Lage tritt aber das Stahlstück c dem Stifte t in den Weg, der Stift läuft an der

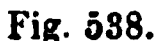
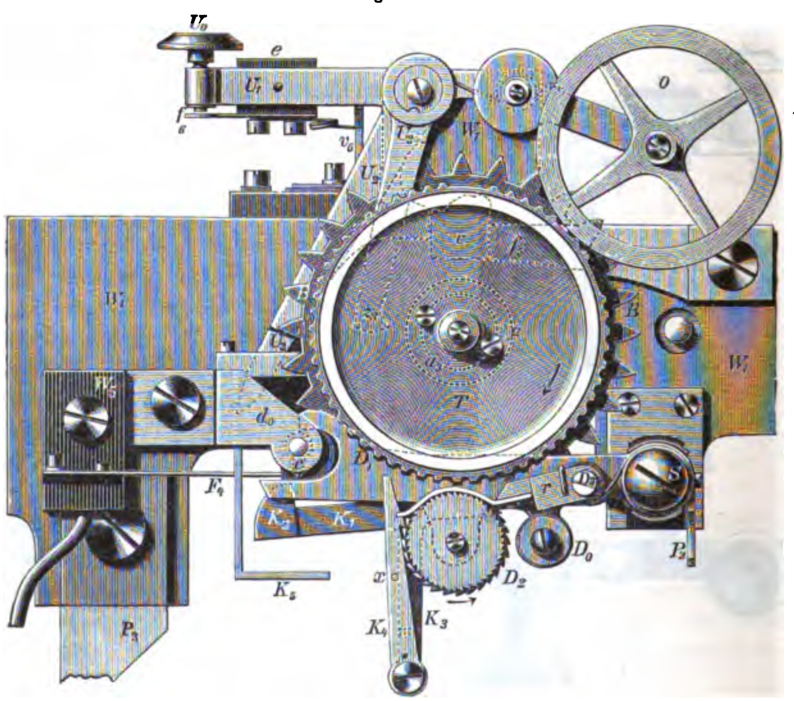


Fig. 538.

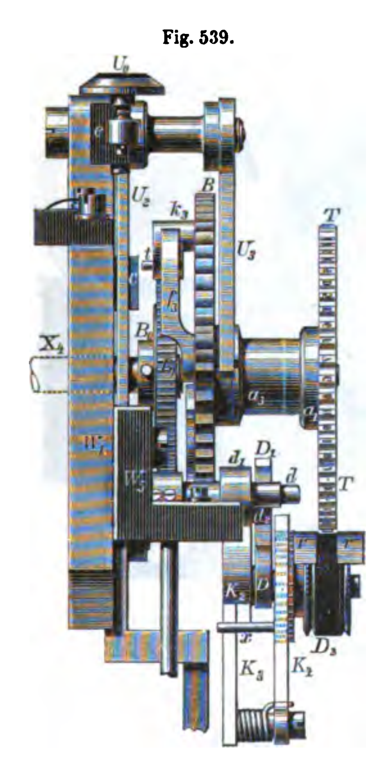


gewölbten Fläche des Stahlstücks c empor und bleibt endlich in der Vertiefung der oberen Fläche von c liegen, nachdem vorher schon die Zähne von k_3 aus den Zähnen von B_1 ausgehoben worden sind. Das untere zugeschärfte Ende des Armes U_2 liegt bei der jetzigen Stellung des Armes im Wirkungsbereiche der Druckaxe.

Das Typenrad wird hierbei in einer solchen Stellung festgehalten, dass das in Fig. 538 oben liegende, zum Buchstabenblank gehörige leere Feld der Druckvorrichtung gegenüber liegt. Zur Herstellung der Uebereinstimmung zwischen Stromschliesser und Typenrad ist es daher

nur noch nöthig, dass der Gebende die Taste „Buchstabenblank“ drücke und dann der Stromschliesser den Strom entsende, wenn er auf dem zu dieser Taste gehörigen Felde eintrifft. Der entsendete Strom wird dann im Empfänger den Anker *A* abwerfen und dadurch die Druckaxe mit dem Laufwerke kuppeln; bei dem nun folgenden Umlaufe der Druckaxe empfängt — wie dies in X. näher beschrieben werden wird — das Correctionsrad *B* den Anstoss zu einer kleinen Bewegung, und bei dieser gleitet der Vorsprung z_3 des Armes U_3 aus der Vertiefung *a* in der Buchse a_3 des Correctionsrades *B*, der Arm U_2 aber wird so weit nach links geschoben, dass sein Haken aus dem Stahlstücke *c* ausschnappt, dieses und die Feder f_5 freilässt, worauf sich die letztere wieder an die Wange W_1 anschmiegt, der Stift *t* an k_3 frei wird und k_3 sich in das Frictionsrad B_1 einlegt, während der frei gewordene Einstellhebel sich unter der Wirkung der Feder f_3 auf z_2 in seine Ruhelage zurückbegiebt[4]). Die unter der Feder f_6 angeschraubte, mit dem freien Ende sich auf den Messingwinkel v_6 auflegende und gegen denselben stemmende Drahtspirale f_7 hat nur die leitende Verbindung zwischen f_6 und v_6 zu erhalten.

Fig. 539.



Dieser ganze Vorgang wird aber mit Zuverlässigkeit sich erst dann in der angegebenen Weise vollziehen können, wenn der entsendete Strom die Elektromagnetrollen nicht früher durchläuft, als z_3 sich in die Vertiefung *a* eingesenkt und das Typenrad *T* zum Stillstande gebracht hat. Bis Letzteres wirklich geschehen ist, muss der Arm U_1 mittels des Fingers niedergedrückt gehalten werden, und während dieser Zeit wird mittels des Knopfes U_0 eine Kurzschliessung zu den Elektromagnetrollen hergestellt. Zu diesem Zwecke ist an dem metallenen Arm U_1 ein Ebonitstück *e* angeschraubt und an der Unterseite desselben die Unterbrechungsfeder f_6 durch zwei Schrauben befestigt, welche

[4]) Den Stromschliesser des Empfängers mit dem des Gebers in Uebereinstimmung zu bringen, ermöglicht diese Anordnung durchaus nicht; vgl. S. 619 Anm. 1 und XIV.

durch die schon erwähnte federnde Drahtspirale f_7 mit dem isolirt auf die Wange W_1 aufgeschraubten Messingwinkel v_6 und von diesem aus weiter mit der Leitungsklemme leitend verbunden ist.

Ein mit dem Ebonitknopfe U_0 versehener Stahlstift greift durch eine Bohrung des Armes U_1 hindurch und wird in diesem durch eine feine, in eine Hülse eingeschlossene Spiralfeder beständig nach oben gedrückt und von der Ausschliessfeder f_6 fern gehalten. Wenn dagegen der Knopf U_0 und dann durch ihn der Arm U_1 niedergedrückt wird,

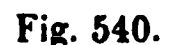
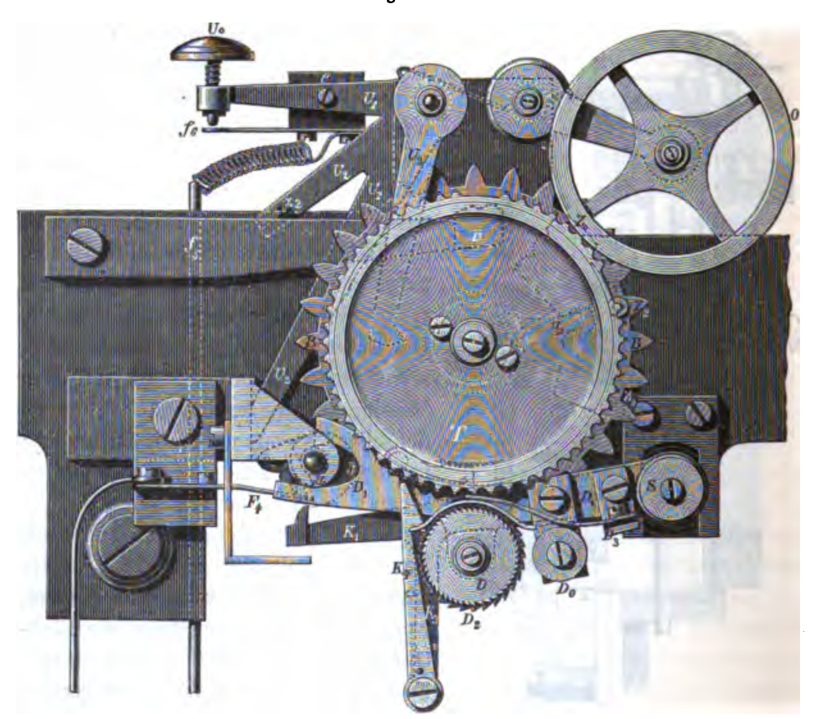


Fig. 540.



kommt der Stahlstift mit der Ausschlussfeder in Berührung und setzt die Leitung, unter Ausschluss der Elektromagnetrollen E, unmittelbar mit der Erde in Verbindung. Erst nach dem Loslassen des Knopfes U_0 kann demnach der entsendete Strom in der vorbeschriebenen Weise wirksam werden.

In etwas anderer Anordnung und Gestalt erscheinen die eben besprochenen Theile bei dem in Fig. 525 abgebildeten älteren Apparate, von welchem Fig. 540 das Fig. 536 entsprechende Stück in grösserem Massstabe, als in Fig. 525, zeigt.

IX. **Das Schwärzen der Typen.** Die Typen werden nicht nur dann, wenn die ihnen anhaftende Druckfarbe beim Abdrucken verbraucht worden ist, mit frischer Druckfarbe gespeist, vielmehr ist ihnen Gelegenheit geboten, sich beim Umlaufe des Typenrades T beständig von einer Farberolle O aus mit Farbe zu versehen. Der Träger der Rolle O ist mit seiner Messingbuchse neben dem Einstellhebel auf eine an die Wange W_1 (Fig. 538 u. a.) angeschraubte, verstellbare Axe aufgesteckt und wird durch eine um die Buchse gewickelte und sich mit dem einen Ende um den Träger herumlegende, mit dem andern, freien Ende auf die Buchse des Einstellhebels aufliegende und gegen dieselbe stemmende Drahtfeder mit seinem Umfange gegen das Typenrad angedrückt. Die Rolle selbst kann sich auf einer in den Träger eingeschraubten Stahlschraube leicht drehen; sie ist durch 4 Speichen mit ihrer Nabe verbunden und zwischen ihren beiden vorstehenden Rändern mit Filz bezogen; der Filzüberzug ist mit Farbe getränkt

Fig. 541.



und überträgt dieselbe auf die beim Umlauf des Typenrades an ihr vorübergehenden und sie zugleich mit in Drehung versetzenden Typen.

X. **Das Abdrucken der Typen; die Correction; die Papierbewegung.** Wie schon in V. ausgesprochen wurde, werden alle Bewegungen, welche zum Abdrucken einer Type erforderlich sind, von der Druckaxe d, welche in Fig. 535 in ganzer natürlicher Grösse perspectiv dargestellt ist (wogegen Fig. 541 die hier in Frage kommenden Theile — aus dem in Fig. 524 abgebildeten Apparate — in wesentlicher Vergrösserung und in anderer Stellung zeigt), bei einem Umlaufe derselben hervorgebracht. Zu diesem Zwecke sind zwischen dem an die Wange W_1 angeschraubten Lager der Axe d (vgl. IV.) und dem ihr Ende als Lager umfassenden Messingwinkel d_0 vier verschieden gestaltete Daumen d_1, d_2, d_3 und d_4 an der Axe d angebracht.

Auf das vordere Ende der Axe d ist das nierenförmige Stahlstück d_1 aufgeschoben, aus welchem nach vorn zu der in eine scharfe Kante auslaufende Druckdaumen d_2 vorsteht; mittels einer durch d_1 bis

auf die Axe d durchgehenden Schraube werden d_1 und d_2 auf d festgeklemmt.

Hinter d_1 ist ein zweites Stahlstück d_5 auf der Axe d befestigt; in eine Oeffnung desselben ist der einerseits in eine scharfe Schneide auslaufende, auf der andern Seite abgerundete Correctionsdaumen d_3 eingesetzt und durch zwei kleine Schrauben befestigt.

Aus dem hinteren, etwas vorspringenden Theile des Stahlstückes d_5 steht noch der Stahlstift d_4 vor. Dieser Stahlstift kommt nur in dem am Schlusse von V. erwähnten Falle zur Verwendung, wenn der Fortsatz n_1 der Klinke n nach dem Drucke nicht über die Kante der schiefen Ebene n_0 hinweg gebracht wurde und die Ausrückung der Druckaxe sich nicht ordnungsmässig vollzogen hat, was sich durch das Knirschen der Zähne des Rades z und der Klinke n verräth. In diesem Falle nun muss der Einrückhebel U_1 niedergedrückt werden, damit das untere Ende seines Armes U_2 gegen den Stift d_4 stösst, denselben und die ganze Druckaxe ein Stück weiter schiebt, dadurch n_1 über die Kante von n_0 hinweg führt und so die vollständige Entkuppelung der Druckaxe d bewirkt; dabei wird aber zugleich noch durch das Eintreten des Keils z_3 in die Vertiefung a am Correctionsrade B dieses sammt dem Typenrade T in seiner Einstellung auf das Buchstabenblank festgehalten, was nöthig ist, weil während des Knirschens die Uebereinstimmung des Typenrades mit dem Stromschliesser im Geber verloren gegangen sein wird.

Bevor die eingestellte Type auf dem Papierstreifen abgedruckt wird, muss dieselbe, wenn nöthig, erst genau eingestellt werden; das besorgt der Correctionsdaumen d_3 durch seine Wirkung auf das Correctionsrad B [5]). Dieser Daumen steht nämlich auf der Druckaxe d gerade den Zähnen von B gegenüber und streicht bei der Umdrehung der Axe d durch eine Zahnlücke des umlaufenden Correctionsrades hindurch. Seine Stellung auf der Druckaxe und die davon abhängige Zeit seines Durchstreichens ist ferner so gewählt, dass er bei seinem Durchstreichen weder die Flanke des vorausgehenden, noch die Flanke des der Lücke folgenden Zahnes trifft, falls die abzudruckende Type schon genau eingestellt ist, dass er also in diesem Falle auch die richtige Einstellung nicht im geringsten ändert. Hat sich dagegen das Typenrad T in seinem Laufe gegenüber dem Stromschliesser verspätet, so ist auch das Correctionsrad zurückgeblieben und die Flanken seiner Zähne stehen zurück im Vergleich mit den gleichzeitigen Orten der Flächen des Correctionsdaumens; der Daumen d_3 muss daher jetzt mit seiner Schneide auf die nach rückwärts liegende Flanke des der Lücke vor-

[5]) Eine andere Aufgabe des Correctionsdaumens kommt in XX. zur Sprache.



ausgehenden Zahnes treffen, streicht vom Radboden nach der Spitze des Zahnes hin kürzere oder längere Zeit über die Flanke weg und schiebt dabei das Correctionsrad nebst dem Typenrade gerade um so viel vorwärts, als an der genauen Einstellung fehlte. Diese Verschiebung vollzieht sich ganz leicht, weil blos die Sperrklinke k_3 über die Zähne des Frictionsrades B_1 um das nöthige Stück vorzurücken braucht (vgl. VI.). Ist aber das Typenrad dem Stromschliesser vorausgeeilt, so stellt sich die vorausgehende Flanke des die Lücke nach rückwärts abschliessenden Zahnes dem Daumen d_3 in den Weg, dieser streicht an derselben nach dem Radboden zu mit seiner abgerundeten, dickeren Seite hin und hält so das Correctionsrad mit dem Typenrade in seinem Laufe um den Betrag des vorhandenen Voreilens auf, muss dabei aber zugleich durch die Klinke k_3 das Frictionsrad B_1 auf seiner Buchse B_0 um die nöthige Grösse zurückschieben (vgl. VI.), was aber keinen grösseren Kraftaufwand erfordern soll, als das Vorschieben des Typenrades.

Die Correction kann sich indessen nur dann in der angeführten Weise vollziehen und die genaue Einstellung herbeiführen, wenn der Correctionsdaumen d_3 noch in die Zahnlücke einzutreten vermag, durch welche er bei genauer Einstellung der abzudruckenden Type frei hindurchgehen soll. Ist dagegen das Typenrad um einen so grossen Betrag gegen den Stromschliesser vorausgeeilt oder zurückgeblieben, dass der genannte Daumen in eine der nachfolgenden oder der vorausgehenden Lücken eintritt, so wird die falsche Stellung nicht nur nicht berichtigt, sondern sogar noch falscher gemacht. Ob dies geschieht, hängt aber bei dieser Art der Correction nicht allein von der Grösse der vorhandenen Abweichung in der Laufgeschwindigkeit der beiden Laufwerke, also einer mangelhaften Regulirung derselben (vergl. XXVII.), und von der Grösse der zufälligen Störungsursachen ab, sondern ganz wesentlich auch von der Grösse der zwischen zwei auf einander folgenden Drucken, zwei auf einander folgenden Einrückungen der Druckaxe, zwei auf einander folgenden telegraphischen Stromsendungen liegenden Zeiträume, innerhalb welcher sich ja die gleichsinnigen Abweichungen summiren werden. Es muss daher für die Zwecke der bei Ingangsetzung der Apparate vorzunehmenden Geschwindigkeitsregulirung festgesetzt werden, innerhalb wie vieler Umläufe (etwa 10) des Typenrades mindestens ein Strom entsendet, eine Druckbewegung vollzogen werden soll.

Nach der Sicherung der genauen Einstellung bewirkt der Druckdaumen d_2 den Abdruck der eingestellten Type, indem er den in Fig. 542 noch perspectivisch dargestellten Druckhebel D_1 an der scharfen Schneide desselben erfasst und sammt der daran befestigten Druckrolle D_2 und den auf dieser ruhenden Papierstreifen p gegen das Typenrad emporbewegt. Der Druckhebel D_1, Fig. 538 (und 540), ist

mit seiner Messingbuchse leicht drehbar auf eine Axe aufgeschoben, die in einem an die Wange W_1 angeschraubten Winkelstücke verstellbar befestigt ist, und wird auf der Axe mittels der Schraube S (Fig. 538 und 540) festgehalten. Das die Druckaxe umfassende freie Ende des Druckhebels D_1 ist gabelförmig ausgeschnitten, und der obere Theil der Gabel, gegen welchen der Daumen d_2 zu wirken hat, ist an seiner Innenseite mit einer scharfen, auf dem vorderen Theile der Druckaxe d ruhenden Nase versehen. Der untere Theil der Gabel läuft gerade fort und liegt unterhalb der Druckaxe d; er bietet eine weitere Sicherung für den Niedergang des Druckhebels D_1 nach vollzogenem Druck, da d_2 ihn nach unten drücken würde, falls D_1 durch sein Gewicht noch nicht in seine Ruhelage zurückgekehrt wäre. Auf einem nach unten gerichteten Ansatze D (Fig. 538) des Hebels D_1 ist weiter eine Stahlaxe befestigt und auf diese die Druckrolle D_2 leicht drehbar aufgesteckt. Die Druckrolle ist (vgl. Fig. 539 und 542) an ihrem vorderen Ende zwischen zwei mit scharfen Doppel-Zähnen versehenen Stahlscheibchen mit einem dem Typenrade genau gegenüberstehenden schmalen Guttaperchаringe bekleidet, an ihrem hinteren Ende dagegen sitzt ein Sperrrad, welches die Fortschiebung des über dem Guttapercharinge gelegenen Papierstreifens zu vermitteln bestimmt ist. Beim Emporwerfen des Druckhebels D_1 presst der Guttapercharing den Streifen eine kurze Zeit lang gegen das Typenrad T an. Die Aufwärtsbewegung des Druckhebels D_1 wird durch eine stellbare Anschlagschraube begrenzt, welche durch eine Pressschraube in einem auf die oberere Kante des Messingwinkels d_0 aufgeschraubten Messingstücke festgehalten wird.

Der Papiertreifen p läuft von der mit ihrem Tragarme rechts an die Wange W_1 angeschraubten Papierscheibe P_0, Fig. 524 und 525, ab und geht zunächst durch die offene Oese der auf dem Apparattische befestigten dünnen Plattfeder P_1, dann durch den viereckigen Ausschnitt der an dem Druckhebel D_1 befestigten Platte P_2, Fig. 524 und 542, und unter der an demselben Hebel sitzenden Rolle D_0 herum nach der Druckwalze D_2 hin. In den Hebel D_1 ist ferner gleich neben der Buchse eine Stahlaxe eingeschraubt, auf welche der Messingsattel r mit seiner Buchse aufgeschoben ist; die Schraube D_3 hält r auf der Axe fest; wie aus Fig. 524, 538 und 542 ersichtlich ist, wird das gabelförmig ausgeschnittene freie Ende des Sattels r durch eine den Sattel umfassende, von D_1 aus um die Buchse herumgewickelte starke Drahtfeder auf die beiden feinzahnigen Stahlscheiben vor und hinter dem Guttapercharinge der Druckrolle aufgedrückt. Zwischen dem Sattel und den Stahlscheiben wird der Papierstreifen p hindurchgeführt; die Zähne der Scheiben stechen sich in ihn ein, so dass er gegen jede Verschiebung auf der Druckrolle D_2 geschützt ist, aber an jeder Drehung der Rolle D_2 Theil

nehmen muss und sich dabei in seiner Längsrichtung verschiebt. Der zwischen der Gabel und der Druckrolle herauskommende bedruckte Streifen wird über die in Fig. 525 sichtbare, in Fig. 524 zu besserer Veranschaulichung der hinter ihr liegenden Theile weggelassene **Papierbrücke** abgeführt, welche im wesentlichen aus einem parallel zur Wange W_1 liegenden Messingsreifen besteht, welcher mit dem rechten Ende in der Höhe der Druckrollenaxe steht, hier an seinen Rändern zu einer Führung umgebogen ist und auf einen auf den Apparattisch aufgeschraubten Ständer (P_3 in Fig. 525 und 538) ruht, bei den neueren Apparaten aber sich links bis zum Tische herab fortsetzt, um die linke Tischkante umgebogen und seitwärts an der Tischplatte befestigt ist.

Das Fortrücken des Papierstreifens p muss schrittweise erfolgen und sich, der Zeit nach, dem Abdrucken der Typen anpassen, wird deshalb zweckmässig ebenfalls von der Druckaxe d aus bewirkt. Von den Theilen, welche dazu gebraucht werden, sitzt der eine — das namentlich in Fig. 538, 539 und 542 sichtliche Sperrrad — an der Rückseite

Fig. 542.



der Druckrolle D_2; deshalb werden auch der Druckdaumen d_1 und der Druckhebel D_1 die Papierbewegung beinflussen, wenn dieselben der Rolle D_2 beim Drucken die Drehung um ihre Axe während der Zeit der Papierbewegung ertheilen. Die den Streifen fortschiebende Drehung des Sperrrades nebst der Druckrolle und ihren beiden gezahnten Stahlscheiben veranlasst der Haken der Klinke K_4; diese Klinke (der Schöpfhaken) kann sich um eine Schraube drehen, welche in das untere Ende des vom Schöpfhebel K_1 nach unten sich erstreckenden Ansatzes K_3, Fig. 538 und 539, eingeschraubt ist; um die Buchse von K_4 ist ein federnder Draht gewunden, welcher die Klinke K_4 gegen das Sperrrad hin drückt, bis der aus ihr nach rückwärts vorstehende Stift sich an K_3 anlegt. Der Hebel K_1 ist hinter D_1 auf dieselbe Axe wie D_1 aufgeschoben und wird durch eine (in Fig. 537 nicht mitgezeichnete) an der Apparatwange W_1 stellbar angeschraubte, auf einen rückwärts aus K_1 vorstehenden Stift wirkende Blattfeder nach oben gedrückt, so dass er sich mit seinem merklich verdickten Ende K_2 gegen das nierenförmige Stück d_1 auf der Druckaxe d anlegt. Während K_2 bei der Umdrehung der Druckaxe

mit seiner abgerundeten Spitze in die Vertiefung von d_1 eintritt, hebt die Feder den Hebel K_1 und die Klinke K_4 ein Stück empor und greift dabei über einen Zahn des Sperrrades hin, weil zur Zeit der Druckdaumen d_2 nicht auf den Druckhebel D_1 wirkt. Wenn sich dann die Druckaxe d in der Richtung des Pfeiles in Fig. 535 weiter dreht, so drücken die erhabeneren Theile der Niere d_1 allmählich K_2, K_1 und K_4 wieder nach unten und hierbei vermag der Haken der Klinke K_4 das Sperrrad in der Richtung des Pfeiles in Fig. 536 zu drehen, so lange er auf dessen Zähne wirken kann. Eine Drehung des Sperrrades würde selbst bei stillstehendem Hebel K_1 auch während der Zeit auftreten können, während welcher der Druckdaumen d_2 den Hebel D_1 nebst der Rolle D_2 um die Axe S nach oben bewegt. Die Bewegung des Hebels K_1 nach unten begrenzt der an dem Messingwinkel d_0 befestigte Fangwinkel K_5, Fig. 538.

Das Fortrücken des Streifens muss nun jedesmal der Breite einer Type auf dem Typenrade T gleichen, und ausserdem muss es z. Th. während der Zeit des Druckens erfolgen, weil ja das Typenrad während des Druckens nicht still steht und daher reiner Druck nur entstehen kann, wenn die sich berührenden Theile des Streifens und des Typenrades während des Druckens gleich viel in gleicher Richtung bewegen.

XI. **Erzeugung leerer Zwischenräume auf dem Streifen.** Soll auf dem Papierstreifen ein leerer Zwischenraum zwischen zwei unmittelbar nach einander abgedruckten Zeichen gelassen werden, etwa zwischen zwei auf einander folgenden Wörtern, so scheint dies einfach dadurch geschehen zu können, dass im Geber eine der leeren Tasten gedrückt und demgemäss auf einem der beiden leeren Felder des Typenrades T, Fig. 536 und 540, gedruckt wird. Dabei würden sich ja die sonstigen Vorgänge beim Druck vollziehen, und der Streifen wird um eine Typenbreite verschoben, jedoch nicht mit einem Zeichen bedruckt werden. Allein es ist durchaus nicht gleichgiltig, welche der beiden leeren Tasten gedrückt wird; vielmehr darf, wenn das Typenrad zur Zeit auf Buchstabendruck gestellt ist, nur das Buchstabenblank, bei seiner Stellung auf Zifferndruck dagegen muss stets das Ziffernblank gedrückt werden, wenn bloss ein leerer Zwischenraum gemacht werden soll. Beim Drücken der anderen Blanktaste würden sich ausserdem noch die in XII. bez. XIII. zu beschreibenden Vorgänge vollziehen.

XII. **Figurenwechsel mit Zwischenraum auf dem Streifen.** Während das Typenrad T auf Buchstabendruck gestellt ist (vgl. auch VIII.), steht der Wechselhebel v (vgl. VI.) so, wie er in Fig. 534 gezeichnet ist, d. h. es ragt der Flügel v_1 über der dem Ziffernblank entsprechende Lücke des Correctionsrades B vor, der Flügel v_2 dagegen steht bündig mit dem Radboden. Wird daher jetzt die Buchstabenblanktaste gedrückt, so streicht nach der Einrückung der Druckaxe der Corrections-

daumen d_3 frei durch die dem Buchstabenblank entsprechende Lücke, ohne den Flügel v_2 zu erreichen, ohne also den Wechselhebel v um v_0 zu drehen, und es wird bloss ein leerer Zwischenraum auf dem Streifen erzeugt; das Typenrad bleibt auf Buchstabendruck gestellt. Wird dagegen die Ziffernblanktaste gedrückt, so trifft der nach dem Einrücken der Druckaxe umlaufende, jetzt in die dem Ziffernblank entsprechende Lücke eintretende Correctionsdaumen d_3 auf den Flügel v_1 des Wechselhebels v, dreht daher den letzteren um die Schraube v_0, verschiebt dadurch das Ende h_2 des Hebels h_1h_2 in Fig. 534 nach rechts und bringt das Ende h_1 desselben in den anderen, nach links hin liegenden Einschnitt der Klinke k_4; die Drehung des Wechselhebels v machen die Buchse a_2, die Buchse a_1 und das Typenrad T mit; letzteres wird also jetzt um einen gewissen Betrag gegen das Correctionsrad B im Sinne seiner Umlaufsrichtung zurückgeschoben, und zwar ist die Entfernung der beiden Einschnitte der Klinke k_4 so bemessen, dass diese Zurückschiebung gerade eine Typenbreite beträgt, von jetzt ab ist somit das Typenrad auf Zifferndruck gestellt.

Aehnlich sind die Vorgänge, wenn die Buchstabenblanktaste gedrückt wird, während das Typenrad T auf Zifferndruck steht; nur wirkt dann der Correctionsdaumen auf den Flügel v_2 und stellt T um eine Typenbreite vorwärts, also auf Buchstabendruck.

In beiden Fällen wird bei dem Chiffern- oder Figurenwechsel — sofern, wie üblich, nur die bisher beschriebenen Theile vorhanden sind — auch noch der Papierstreifen um eine Typenbreite verschoben, ein leerer Zwischenraum gemacht, ganz wie in XI. Vgl. dagegen XIII.

XIII. **Figurenwechsel ohne Zwischenraum auf dem Streifen.** In manchen Fällen kann es wünschenswerth erscheinen, dass die Möglichkeit beschafft werde, abweichend von XII. Buchstaben und Ziffern auch ohne Zwischenraum neben einander zu drucken, z. B. in chiffrirten Telegrammen[6]). Es wäre hierzu weiter nichts nöthig, als dass während des Figurenwechsels die den Streifen vorschiebenden Theile ausser Thätigkeit gesetzt werden, dass also der Eingriff der Klinke K_4 in die Zähne des Sperrrades an der Druckrolle D_0 verhütet wird.

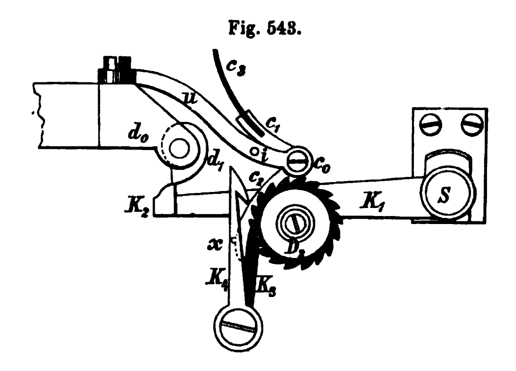
Trifft man eine dazu führende Anordnung, so beraubt man sich damit nicht zugleich der Möglichkeit, Buchstaben und Ziffern mit Zwischenraum neben einander zu drucken; allein man muss dann etwa dieselbe Blanktaste zweimal nach einander drücken, um zuerst den Figurenwechsel auszuführen und dann den Zwischenraum zu machen; doch liesse sich die Reihenfolge auch umkehren, wenn man beide Blanktasten nach einander drücken wollte.

---

[6]) Ein zu demselben Ziele führender Ausweg wäre, wenn man z. B. anstatt: *a78ck1* drucken würde: *a 7 8 c k 1 +*.

Eine Anordnung, welche früher zur Erreichung des vorstehend besprochenen Zweckes angewendet worden ist, skizzirt Fig. 543. Auf den Messingbügel d_0 ist ein Träger u aufgeschraubt, in welchem die Axe c_0 eines zweiarmigen Winkelhebels c_1c_2 gelagert ist. In den Arm c_1 ist ein 16 mm langes und 6 mm breites krummes Schaufelchen c_3 eingesetzt, welches neben der dem Typenrade T, Fig. 538, zugewandten Fläche des Correctionsrades B emporragt. Ferner sind in den Wechselhebel (v, Fig. 534) — und zwar in den von der Mitte eines jeden der beiden Flügel v_1 und v_2 aus gezogenen Halbmessern — zwei Stifte eingesetzt, welche durch zwei nach einem um die Schraube v_0 als Mittelpunkt geschlagenen Kreis gekrümmte Schlitze in dem Correctionsrade hindurch bis vor dessen Vorderfläche vorstehen. Der Hebel c_1c_2 legt sich für gewöhnlich mit c_1 auf den Stift i in dem Träger u auf, und dabei steht das Schaufelchen c_3 concentrisch zu dem Radboden des Corrections-

Fig. 543.



rades B, so dass die beiden aus B vorstehenden Stifte, so lange sie still stehen, d. h. kein Figurenwechsel sich vollzieht, frei neben dem Schaufelchen c_3 — der eine oberhalb, der andere unterhalb desselben — hinstreichen können, ohne es zu berühren; dabei ist zugleich der Arm c_2, welcher in dem Raume zwischen K_3 und K_4 liegt, soweit zurückgezogen, dass er den Eingriff zwischen K_4 und dem Sperrrade der Druckrolle D_2 durchaus nicht hindert, die Fortschiebung des Papierstreifens sich also regelmässig vollziehen kann. Wenn hingegen zur Durchführung des Figurenwechsels einer der Flügel v_1 und v_2 vom Correctionsdaumen nach der Axe X_4 hin bewegt wird, so stösst bei seiner Bewegung der zu ihm gehörige der beiden vorn aus dem Correctionsrade B vorstehenden Stifte gegen das Schaufelchen c_3 und versetzt es in die in Fig. 543 gezeichnete Lage, in welcher der Arm c_2 den Stift x, Fig. 539, an der Klinke K_4 erfasst hat und so weit zur Seite gedrückt hält, dass der Haken der Klinke K_4 von den Zähnen des Sperrrades an der

Druckrolle D_2 entfernt bleibt und deshalb der Papierstreifen nicht verschoben werden kann.

XIV. **Der Stromschliesser im allgemeinen, die Tastenhebel und die Stiftbüchse.** Auf die verticale Axe X_6, Fig. 544, 546 bis 548, des bei seinem Umlaufe die Stromsendungen veranlassenden Stromschliessers (vgl. II.) wird die Bewegung von dem auf der Typenradaxe X_4 festsitzenden Kegelrade R_5, Fig. 533, aus übertragen, welches in ein gleich grosses auf die genannte verticale Axe ebenfalls fest aufgestecktes Kegelrad R_6 eingreift. Auf die Axe X_6 des Rades R_6 ist ferner ein weit vorstehender Theil, der Läufer oder Schlitten, aufgesteckt und festgelöthet. Eine Verstellung des Stromschliessers gegen seine eigene Axe X_6 oder gegen irgend eine andere Axe des Laufwerkes ist hiernach nicht möglich; daher kann auch die Stellung des Stromschliessers nicht nach der eben vorhandenen Stellung des Typenrades abgeändert werden, vielmehr muss stets das Typenrad in Uebereinstimmung mit dem Stromschliesser gebracht werden (vgl. VIII). Die auch in Fig. 524 und 525 sichtbare Axe X_6 wird in zwei Lagern gut und sicher gelagert und namentlich an einem Ausweichen nach oben oder unten hin gehindert; die Anordnung der Lager wechselt aber nach den sonst an die Axe zu machenden Anforderungen (vgl. XV. und XVI.).

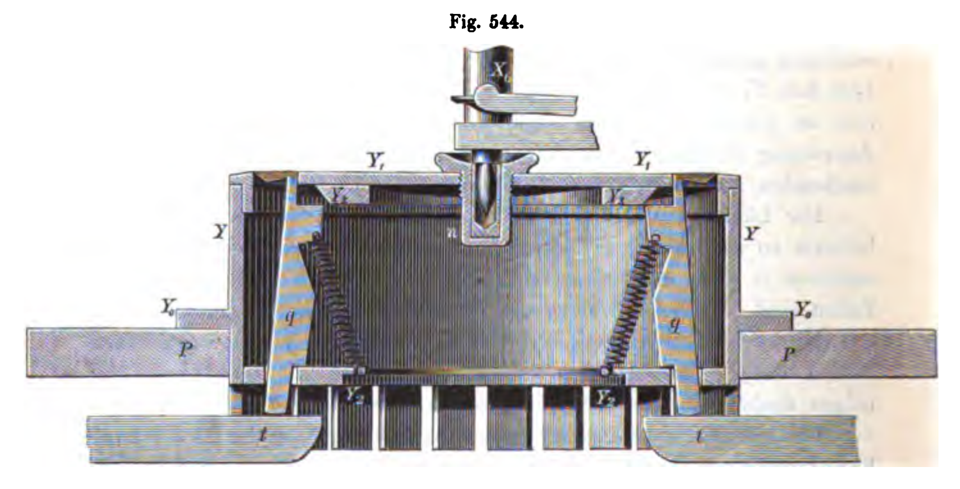
Der Läufer hat zur rechten Zeit den Stromkreis der Telegraphirbatterie zu schliessen, und seine Einrichtung ist daher verschieden, je nachdem er dies unmittelbar oder mittelbar thut (II.); allein in beiden Fällen sind die Theile, welche die Stromsendung zugleich an den durch das Niederdrücken einer Taste der Claviatur (VII.) ausgesprochenen Willen des Telegraphirenden binden, wesentlich die nämlichen und mögen deshalb hier zunächst besprochen werden.

Bei jeder Stromschliessung wirken noch mit: einer der 28 Tastenhebel und einer der 28 Contactstifte in der Stiftbüchse. Die Claviatur ist auf die in Fig. 545 (0,2 der natürl. Grösse) in der Ansicht von unten dargestellte Eisenplatte P aufgesetzt, die mittels 5 Zugschrauben und 5 Druckschrauben an die untere Fläche der Tischplatte angeschraubt ist. An der untern Fläche von P sind die 28 Lager x für die Axen der 28 Tastenhebel t angebracht. Letztere sind auf die hohe Kante gestellt und werden jede an dem unter der zugehörigen Taste der Claviatur liegenden Ende von dem weiten Ausschnitte im Kopfe einer Eisenschraube v umfasst, welche in die Unterseite der Taste, nahe an deren vorderem Ende, eingeschraubt ist; für gewöhnlich drückt sich der Tastenhebel t in der gleich anzugebenden Weise mit diesem Ende gegen die Schraube v an, wird aber beim Niederdrücken der Taste gleichfalls mit nach unten bewegt und bei der Drehung des Hebels t um seine Axe x hebt sich das rückwärts liegende Hebelende. Die rückwärtigen Enden sämmt-

licher Tastenhebel, welche zufolge ihrer zweckmässigen Biegung sich nirgends berühren oder kreuzen, ragen in 28 Ausschnitte im unteren Rande der in Fig. 544 mittels des vorspringenden Randes Y_0 durch Schrauben auf der oberen Fläche der Platte P befestigten und durch dieselbe hindurchreichenden (in Fig. 546 unmittelbar an die Tischplatte angeschraubten) Stiftbüchse Y hinein; diese Enden liegen sämmtlich radial in der Büchse und in gleichen Abständen von einander.

Die Deckplatte Y_1 der Stiftbüchse steht etwas über die Tischfläche vor (Fig. 524 und 525); sie ist nahe am Rande in gleichen Abständen von einander mit 28 im Kreise liegenden länglichen Oeffnungen versehen (Fig. 547 und 549); durch ein Loch in ihrer Mitte geht das untere Lager für die Axe X_6 hindurch. In den länglichen Oeffnungen liegen die oberen (in Fig. 544 hakenförmigen) Enden der stählernen Contact-

Fig. 544.

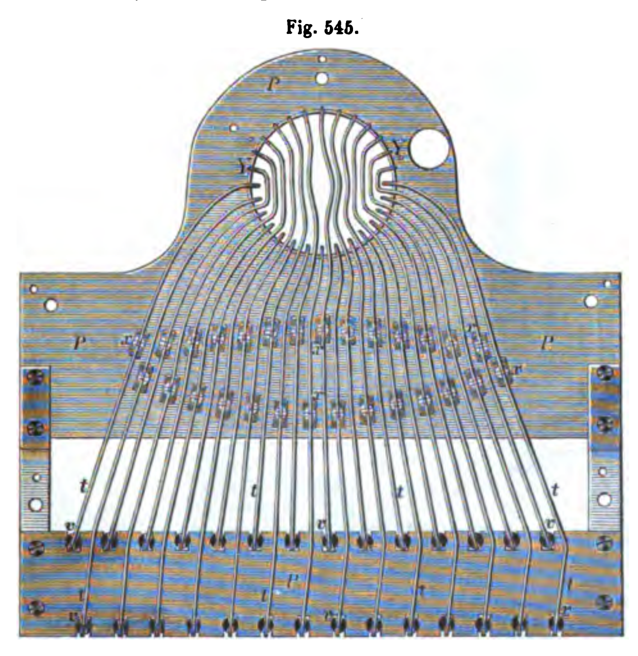


stifte q, Fig. 544 und 546; an jedem Contactstifte ist eine mit dem unteren Ende an der ringförmigen Platte Y_2 befestigte Spiralfeder eingehängt und zieht denselben nach unten, bis er sich mit einem Ansatze auf die Platte Y_2 aufsetzt; dabei wird zugleich das in die Stiftbüchse hereinragende Ende des zugehörigen Tastenhebels t nach unten und dessen vorderes Ende in die Schraube v gedrückt. In dieser der Ruhelage der Tasten entsprechenden Stellung stehen die Stifte nur ganz wenig aus den Löchern der Stiftscheibe hervor, so dass der über ihr umlaufende Läufer ungehindert sich über ihren Köpfen bewegen kann. Wird aber beim Niederdrücken einer Taste durch deren Tastenhebel t der zugehörige Contactstift q in der Stiftbüchse aufwärts geschoben, so gleitet entweder (Fig. 544) ein abgerundeter Vorsprung desselben an der schrägen Fläche des in die Büchse eingesetzten Stahlringes Y_3

empor, oder (Fig. 546) er selbst mit der schrägen Fläche seines Vorsprunges an der Deckplatte bez. mit aus ihm seitlich vorstehenden Stiften auf den schrägen Flächen eines in Y eingesetzten geschlitzten Ringes empor und gelangt dadurch nicht nur in eine etwas gehobene, sondern auch dem Rande der Büchse Y_1 sich nähernde Stellung; in dieser Stellung aber befindet er sich in dem Wirkungsbereiche des umlaufenden Schlittens und nöthigt denselben zur Entsendung des Stromes, wie es in XV. und XVI. näher beschrieben wird.

XV. **Schlitten für unmittelbare Contactmachung an den Contactstiften.** Die (ältere) Anordnung des Schlittens, bei welcher derselbe un-

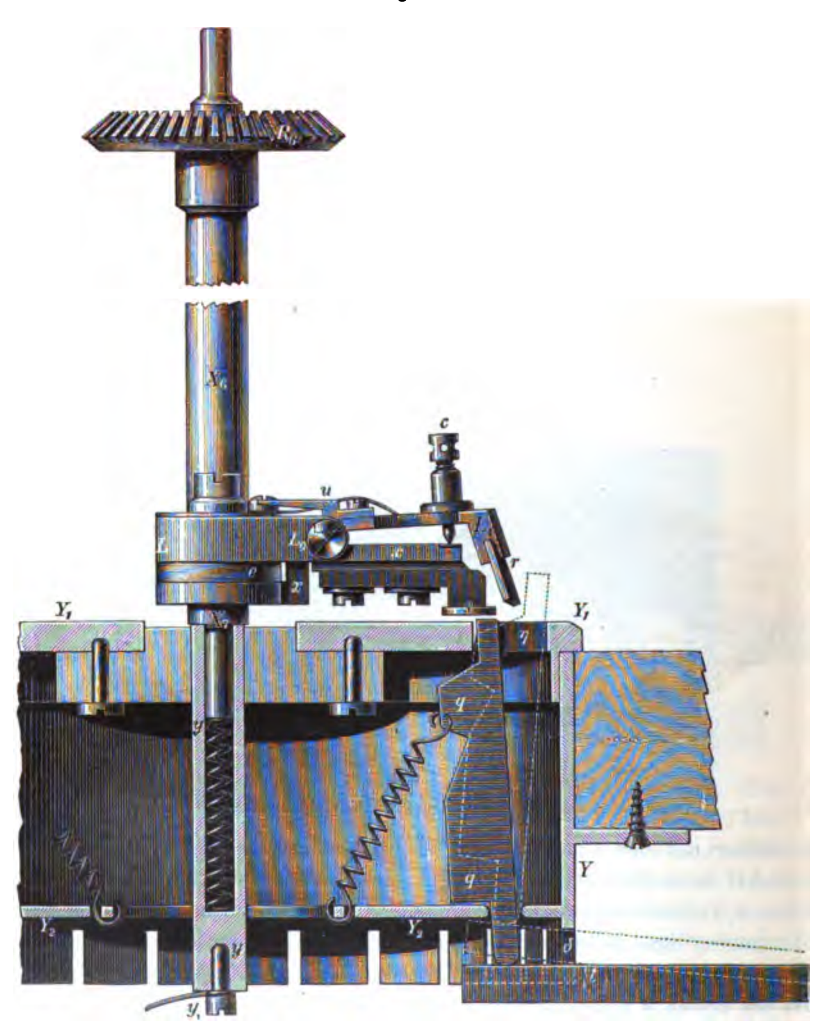
Fig. 545.



mittelbar mit den Contactstiften (XIV.) Contact macht, ist in Fig. 546 und 547 in natürlicher Grösse abgebildet. Hier ist die Axe X_6 nicht ein Ganzes, vielmehr unterhalb des Schlittens durch eine Ebonitplatte e gegen ihr unteres Ende isolirt, das in einen starken Stahlzapfen ausläuft und mit dessen Lager X_7 in der starken Messinghülse y ruht; in gleicher Weise ist die Hülse y gegen die Deckplatte Y_1 des Stiftgehäuses isolirt. Der nicht von dem Lager X_7 ausgefüllte Theil der Messinghülse y enthält eine starke Spiralfeder, welche die Läuferaxe X_6 fest gegen ihr oberes Zapfenlager andrückt und eine gute leitende Verbindung zwischen dem Lager X_7 und der Hülse y sichert. An dem oberen Theile der Axe X_6 ist der Läufer (vgl. auch Fig. 525) leitend befestigt. Derselbe

besteht aus einem Metallstücke L mit zwei vorspringenden Backen L_0, zwischen denen die Oberlippe L_1 wie eine Klappe um ihre wageechter Axe drehbar gelagert ist. Eine von L aus sich auf L_1 auflegende

Fig. 546.

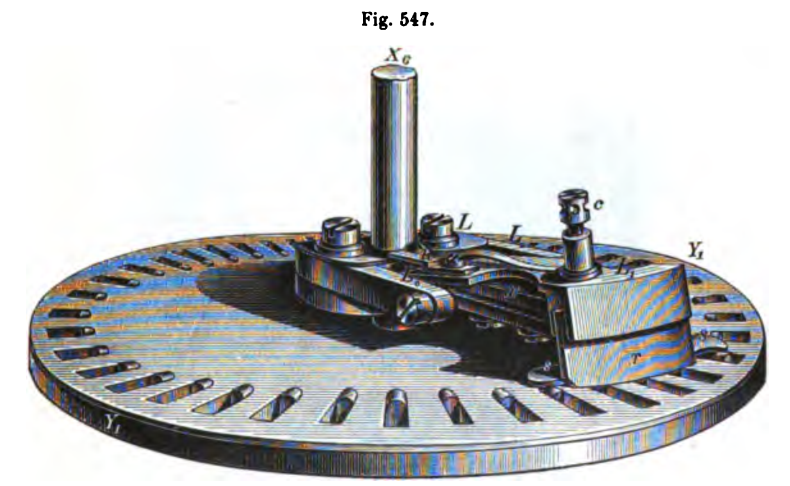


Feder drückt L_1 beständig nach unten, so dass sie für gewöhnlich mit der Contactschraube c auf dem von dem unteren Theile X_7 der Axe herüberreichenden Metallstücke x aufruht und dabei einen Stromweg von X_6 über L_1 und x nach y und y_1 herstellt, von wo ein Draht zur

Erde weiter führt. Der Anschlag u an der Oberlippe L_1 setzt der Bewegung der Lippe L_1 nach oben Grenzen.

Wird eine Taste niedergedrückt und mittels des Tastenhebels t der entsprechende Stift q gehoben, so kommt er in den Bereich der eigenthümlich gestalteten Streichschiene (Stösser, Lamelle) s, wird dann noch von dieser weiter nach aussen gedrückt und gelangt so in Berührung mit der an L_1 sitzenden und wie L_1 kreisbogenförmig gerundeten, stählernen Reiberschiene r, die durch ihn etwas gehoben wird. Dadurch hebt sich die Lippe L_1 und die Berührung zwischen x und c wird aufgehoben. Nun sind aber die Stifte q mit der Telegraphirbatterie in Verbindung, und daher geht der Strom, während die Lippe über den Stift q hinstreift, über r, L_1 und L nach der oberen Hälfte der Läufer-

Fig. 547.



axe X_6 und von da zum Elektromagnet, der mit der Leitung in Verbindung steht[7]). Ist die Reiberschiene r ganz über den Kopf des Contactstiftes q hinweggegangen, so kann sich die Oberlippe L_1 wieder auf die Unterlippe herabsenken und den Stromweg wieder herstellen. Jetzt schiebt aber das im Sinne der Umlaufsrichtung nach rückwärts gelegene Ende der Streichschiene s den Stift q noch weiter nach aussen,

[7]) Um den sonst auftretenden vorübergehenden kurzen Schluss der Linienbatterie in dem Augenblicke, wo die Oberlippe den Contactstift bereits berührt, durch ihn aber noch nicht von der Unterlippe abgehoben worden ist, zu verhüten, hat man den abgerundeten auflaufenden Theil von der übrigen Lippe getrennt und unter Zwischenlegen einer Ebonitplatte an sie angeschraubt, so dass die Stromgebung erst beginnt, wenn die Lippe auf dem Kopfe des Stiftes angelangt ist. Besser jedoch stellt man die Lippe aus zwei besonderen, durch eine Luftschicht von einander getrennten, entsprechend abgerundeten Theilen her; der vorausgehende Theil ist schmäler und reicht etwas weniger tief herab.

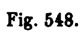


Fig. 548.

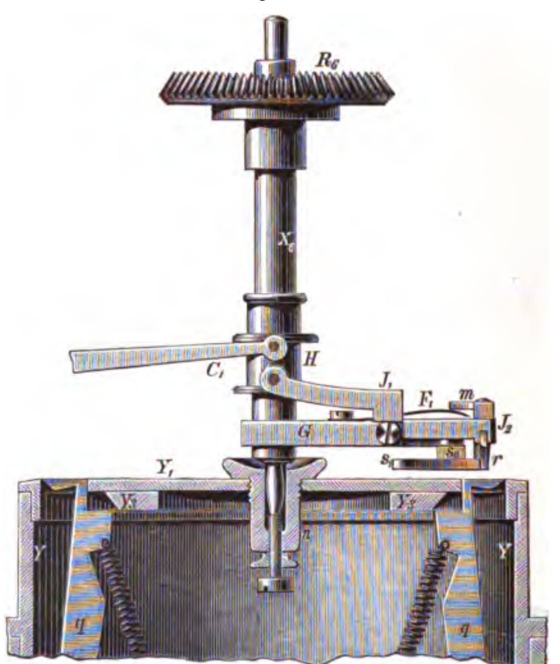
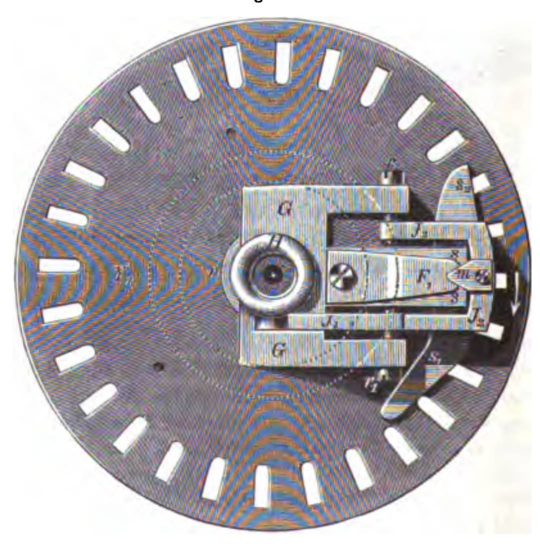


Fig. 549.



so dass sein ganzer oberer Vorsprung in die Schlitzöffnung der Deckplatte eintreten kann, durch den Druck des noch auf der gedrückten Taste liegenden Fingers des Telegraphirenden auch wirklich eintritt und die in Fig. 546 rechts punktirt angegebene, mit η markirte Lage annimmt, während die Taste selbst jetzt in die in Fig. 546 punktirte, mit δ markirte Lage übergeht. Aus diesem plötzlichen Nachgeben der Taste entnimmt der Telegraphirende, dass der betreffende Buchstabe eben abtelegraphirt worden ist und er die Taste nunmehr loslassen kann. Wird die Taste losgelassen, so zieht die Feder an dem Stifte q diesen und den Tastenhebel t in ihre Ruhelage zurück; wird die Taste nicht losgelassen, so kann gleichwohl der eben abtelegraphirte Buchstabe nicht noch einmal abtelegraphirt werden, weil nach Ausweis der Fig. 546 der fortgesetzt umlaufende Schlitten mit seiner Schiene r den Stift q gar nicht mehr zu erreichen vermag.

XVI. **Schlitten für Stromsendung mittels eines besonderen Contacthebels.** Die Unsicherheit des Contactes, welchen der rasch umlaufende Schlitten mit dem Contactstifte bei seinem Aufsteigen auf denselben und Hinweggehen über denselben macht, hat schon vor einiger Zeit dazu geführt, die Contactmachung einem besonderen Contacthebel zuzuweisen, welchen der Schlitten nur zwischen zwei Contactschrauben hin und her zu bewegen hat. Dabei kann zunächst die Axe X_6 aus einem Stück hergestellt und mit ihrem unteren Zapfen einfach in eine als Lager dienende, in den Deckel Y_1 der Stiftbüchse Y eingeschraubte Kordenschraube n eingesetzt werden, wie dies Fig. 544 zeigt. Besser jedoch setzt man nach Fig. 548 den Zapfen auf eine in den Boden der Schraube n eingeschraubte Stahlschraube mit Gegenmutter ein, so dass man den Spielraum der Schlittenaxe X_6 reguliren kann.

Auf die Axe X_6 ist die oben und unten mit einem vorspringenden Rande versehene Stahlhülse H, Fig. 548 bis 550, lose aufgeschoben; unter den oberen Rand derselben greift ein aus dem Arme C_1 des vor der Wange W_1 gelagerten Contacthebels $C_1 C_2$ vorstehender Stift. Unterhalb H ist das den Körper des Schlittens bildende gabelförmige Messingstück G fest mit der Axe X_6 verbunden; der mittlere, weiter vortretende Theil s der Gabel trägt an seiner unteren Fläche das Messingstück s_0 und an diesem den stählernen Stösser $s_1 s_2$, welcher die durch Tastendruck gehobenen Contactstifte nach dem Rande der Deckplatte Y_1 zu stossen und ein zu frühzeitiges Zurückgleiten derselben zu verhüten hat. Zwischen den beiden äusseren, kürzeren Armen der Gabel G ist auf zwei Axschrauben r_1 und r_2 der messingene zweiarmige Hebel $J_1 J_2$ leicht drehbar gelagert; in den über dem Stösser $s_1 s_2$ befindlichen Arm J_2 ist die aus einem entsprechend gebogenen Stahlstreifen hergestellte Lippe r eingesetzt; auf die obere Fläche von J_2

dagegen ist ein kleiner Messingwinkel m aufgeschraubt, gegen dessen untere Seite sich die auf das Mittelstück s aufgeschraubte Blattfeder F_1 anstemmt, die jedoch den Arm J_2 nicht zu heben vermag, so lange der mit einem seitlich vorstehenden Stifte sich über den unteren Rand der Hülse H legende Arm J_1 durch die Hülse H unter der Wirkung einer auf den Contacthebel C_1C_2 drückenden Blattfeder F_2, Fig. 550, oder anderswie stärker nach oben gezogen wird.

Wenn nun, während das Laufwerk in Gang ist, durch Niederdrücken einer Taste der zugehörige Contactstift q, Fig. 548, gehoben wird, so trifft der in Richtung des Pfeiles in Fig. 549 umlaufende Schlitten zunächst mit dem etwas zurückliegenden, abgerundeten Ende s_1 des Stössers auf den gehobenen Stift und schiebt denselben, an ihm hingleitend, nach dem äusseren Rande der Deckplatte Y_1 hin; darauf steigt die Lippe r mit ihrem abgeschrägten, vorausgehenden Ende bis auf den Kopf des Stiftes empor, wobei der Arm J_2 nach oben gedrückt wird, die Hülse H mit nach unten zieht, durch diese aber auch das Ende C_1 des Contacthebels so weit niederdrückt, dass die am andern Ende C_2 desselben sitzende Contactfeder F_3, Fig. 550 und 553, von der unteren Contactschraube c_2 an die obere, mit dem Pole der Telegraphirbatterie verbundene Contactschraube c_1 bewegt wird. Die beiden Contactschrauben c_1 und c_2 sind in zwei Messingstücke eingeschraubt, welche an einem Ebonitwinkel angebracht, somit gegen einander isolirt sind; der Ebonitwinkel aber ist mittels einer starken Holzschraube auf der Tischplatte befestigt. Die Feder F_3 liegt, sich durchbiegend, mit ziemlich starkem Drucke abwechselnd an einer der beiden Contactschrauben an, so dass weder die Erzitterungen des Apparattisches, noch Stösse und Erzitterungen der auf den Stift auflaufenden Lippe r die Innigkeit des Contactes wesentlich beeinträchtigen.

Schliesslich schiebt das nachfolgende Ende s_2 des Stössers den noch gehobenen Contactstift q in seinem Loche noch weiter nach aussen, so dass auch der breitere Theil des Stiftes in's Loch eintritt; jetzt ist der Stift (wie in XV.), aus dem Wirkungsbereiche der Lippe r gebracht und bleibt in dieser Stellung, bis er sich beim Loslassen der Taste zugleich mit dem Tastenhebel t wieder in seine Ruhelage herabsenkt.

Die Einrichtung des zweiarmigen Contacthebels C_1C_2 und zugleich der Lauf des Stromes im gebenden Amte ist übrigens mit davon abhängig, ob (vgl. II.) im Geber die Einrückung der Druckaxe durch elektrische Wirkung oder auf mechanischem Wege herbeigeführt werden soll, wie dies in XVII. und XVIII. auseinandergesetzt ist.

XVII. **Elektrische Einrückung der Druckaxe des Gebers.** Wenn die Druckaxe im Geber sowohl, wie im Empfänger durch den elektrischen Strom mit der Schwungradaxe verkuppelt werden soll, so gewinnt

die ganze Schaltung eine gewisse Verwandtschaft mit der Arbeitsstromschaltung für Morse, in dem Falle, wo der Empfänger des gebenden Amtes die von diesem Amte fortgegebenen Zeichen auch mitgeben soll (vgl. S. 382); der Contacthebel C_1C_2 spielt stets eine ganz ähnliche, einfache Rolle wie der Taster in einer Arbeitsstromleitung.

Der Contacthebel C_1C_2, Fig. 550 bis 552, besteht hier aus zwei Stahlstücken, welche durch eine Verbindungshülse C_0 mit einander verbunden sind; die Hülse C_0 ist an ihren beiden Enden mit einer grösseren Flansche versehen, an welcher das Stahlstück mit seinem entsprechend erweiterten Ende mittels zweier Schrauben und zweier Stahlstifte befestigt und so hinreichend gegen ein Lockerwerden gesichert ist. Die

Fig. 550. Fig. 552.

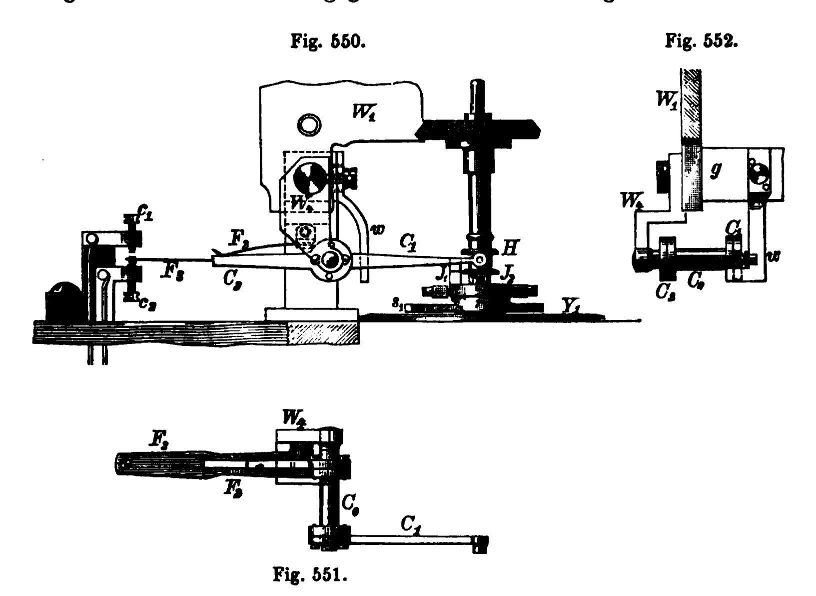


Fig. 551.

Contactfeder F_3 ist einfach in das Stahlstück C_2 eingesetzt. Der Contacthebel ist mit seiner Hülse C_0 leicht beweglich auf einen Dorn aufgesteckt, welcher in das (unterhalb des Auslösehebels) an die vordere Wange W_1 angeschraubte Messingstück W_4 eingesetzt ist. An der hinteren Seite des Winkels W_4 ist die Blattfeder F_2 angeschraubt, welche sich auf die obere Fläche des Stahlstückes C_2 aufstemmt und dasselbe kräftig nach unten drückt, wobei sich F_3 auf c_2 unter entsprechender Durchbiegung fest auflegt, während das Stahlstück C_1 die Hülse H nach aufwärts zieht. Die Anordnung dieser Theile wird namentlich aus Fig. 524 und der Unteransicht Fig. 551 deutlich[8]). Die

[8]) Anderwärts, z. B. in Oesterreich, besteht der stählerne Contacthebel C_1C_2 aus

Abwärtsbewegung des Armes C_1 durch die Wirkung des Schlittenhebels J_1J_2 wird durch einen Fangwinkel w begrenzt, welcher hinter W_4 an das in Fig. 524 und auch in der Seitenansicht Fig. 552 sichtbare Querstück g (vgl. IV.) angeschraubt ist und mit einer vorspringenden Nase unter den Arm C_1 greift und einen Anschlag für denselben bildet.

Die Schaltung ist sehr einfach: die Schraube c_2 wird mit der Erdklemme E, Fig. 524, verbunden; die Schraube c_1 wird an den freien Pol der Telegraphirbatterie gelegt; der Hebel C_1C_2 steht durch das Apparatgestell (vgl. XIX. und XX.) mit den Elektromagnetrollen und der Leitung in Verbindung.

XVIII. **Mechanische Einrückung der Druckaxe des Gebers.** Wenn man in dem gebenden Telegraphen bei der Stromsendung die Druckaxe auf mechanischem Wege mit der Schwungradaxe verkuppelt[9]), so wird der Elektromagnet jedes Telegraphen nur von den ankommenden Strömen durchlaufen und seine Schaltung stellt sich der des Morse in Arbeitsstromleitung üblichen, ein Mitlesen der eigenen Zeichen nicht gestattenden, an die Seite. Die Verkuppelung wird dann naturgemäss von den die Stromsendung veranlassenden Theilen herbeigeführt werden müssen; am bequemsten geschieht dies bei den mit einem besonderen Contacthebel ausgerüsteten Apparaten (XVI.) von diesem Hebel aus. Die zur Verkuppelung erforderliche Kraft muss aber doch von der am gehobenen Stifte emporsteigenden Lippe beschafft werden, das Emporsteigen derselben wird also erschwert und erfordert eine Mehrleistung des Laufwerkes, bildet daher auch einen besonderen Anlass zur Störung des Synchronismus. Im Nachfolgenden mag die mechanische Einrückung nach der Beschreibung der in der Reichs-Telegraphen-Verwaltung gebräuchlichen Apparate beschrieben werden; die ursprüngliche, 1875 von Siemens & Halske ausgeführte Anordnung[10]) weicht in der gegenseitigen Stellung der Theile hiervon etwas ab.

---

einem Stücke und ist mit seiner Messingbuchse auf einen Dorn aufgesteckt, welcher in eine bündig an die Wange W_1 angeschraubte Messingplatte eingeschraubt ist und sich von ihr aus nach vorn erstreckt.

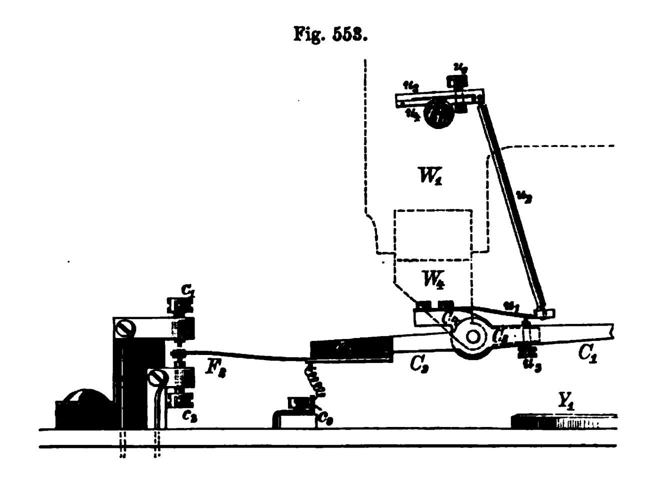
[9]) Nach Journal télégraphique, 3. Bd., S. 229 u. 410, rührt die Anwendung des Contacthebels von Hughes selbst her; vgl. auch H. Sack, Der Schlitten der Druck-Telegraphen von Hughes und dessen Verbesserungen und die automatische Auslösung der Druckaxe; Berlin, 1875. — Zuerst erwähnt wird die mechanische Einrückung in den Annales télégraphiques, Bd. 2 (Paris, 1875), S. 102, woselbst sie Terral und Mandroux in Paris und Alba und Rouget in Toulouse zugeschrieben wird.

[10]) Vgl. Journal télégraphique, Bd. 3, S. 411; daselbst giebt v. Hefner-Alteneck auch an, wie sich die mechanische Einrückung zur Uebertragung verwerthen lässt. Vgl. auch Dingler, Journal, Bd. 224, S. 50. — Etwas von der nachstehend beschriebenen Form weichen die hier in Frage kommenden — und auch andere — Theile in den französischen Hughes-Telegraphen ab; die neueren Verbesserungen an diesen Telegraphen sind beschrieben und durch gute Abbildungen erläutert worden in Publication Industrielle, Bd. 28, S. 49.



Die Contactfeder F_3, Fig. 553, ist hier durch ein Elfenbeinstück e_3 mit dem Arme C_2 des Contacthebels C_1C_2 verbunden, also gegen denselben und das Apparatgestell isolirt, dafür aber durch eine kleine Drahtspirale mit der Messingschiene c_0 verbunden, von welcher ein Draht nach der Leitungsklemme führt; die Contactschraube c_1 steht (wie in XVII.) mit dem freien Pole der Telegraphirbatterie in Verbindung, von der Schraube c_2 dagegen wird der ankommende Strom durch die Elektromagnetrollen hindurch nach dem Apparatgestell und dann zur Erde geleitet (vgl. auch XIX. und XX.). An der Buchse des Hebels C_1C_2 ist ferner der zweiarmige Hebel C_3C_4 festgemacht; jeder der beiden Hebel muss daher dem andern in seiner Bewegung folgen. Wenn nun zufolge des Auflaufens der Lippe auf den gehobenen Contactstift der Arm C_1 nach unten gezogen wird und der Arm C_2

Fig. 553.



durch Andrücken der Feder F_3 die Entsendung des Stromes herbeiführt, dreht sich zugleich auch der Hebel C_3C_4 in demselben Sinne, und dabei nimmt die auf C_4 aufgeschraubte Blattfeder u_1 die Zugstange u_2 mit, welche an der Feder u_1 auf deren freiem Ende zwischen zwei Backen mittels eines durchgesteckten Stahlstiftes befestigt ist und sich um diesen leicht bewegen kann. Das obere Ende der Stange u_2 ist ganz gleicher Weise mit der Klinke u_3, diese aber links in derselben Weise mit dem in die Axe G_0 des Auslöshebels fest eingelassenen Stahlstücke u_4 verbunden. Die Stange u_2 überträgt demnach den von u_1 auf sie ausgeübten Zug auf die zur Zeit auf u_4 ruhende Klinke u_3, auf u_4 selbst und auf die Axe G_0, dreht dieselbe rechts herum und senkt dadurch das Ende G_2 (Fig. 528) des Auslöshebels G so weit, dass die Verkuppelung der Druckaxe mit der Schwungradaxe eintritt,

der gebende Apparat also ebenfalls das telegraphirte Zeichen druckt. Die Nachgiebigkeit der Feder u_1 verhütet bei dieser Verkuppelung heftigere Stösse.

Wenn darauf der Arm C_1 des Hebels $C_1 C_2$ wieder emporgeht, verleiht die in C_3 eingeschraubte Stellschraube u_5 der auf ihr aufliegenden Feder u_1 eine grössere Widerstandsfähigkeit, so dass sie die Stange u_2 sicher emporschiebt. Da aber G_0 in ihren Bewegungen von gewissen Theilen auf der Druckaxe beschränkt ist (vgl. IV. und V.) so ist u_2 nicht starr, sondern durch Gelenke mit u_3 und u_4 d. h. G_0 verbunden, so dass u_3 dem Schube der Stange u_2 folgen kann, ohne u_4 und G_0 mitzunehmen, bis u_3 an den Kopf der Schraube u_6 anstösst, welche durch einen Schlitz in u_3 frei hindurchgeht und in u_4 eingeschraubt ist.

Auf das untere Ende von u_6 ist eine Mutter aufgeschraubt und mittels eines durchgesteckten Stiftes auf u_6 befestigt; diese Mutter begrenzt die Bewegung der Schraube u_6 und verhindert ein vollständiges Ausschrauben derselban aus u_4.

Umgekehrt hat die Axe G_0 des Auslöshebels G auch beim Empfangen gewisse Bewegungen auszuführen (vgl. IV. und V.) und darf in denselben natürlich nicht durch ihre mechanische Verbindung mit dem Hebel $C_3 C_4$ behindert werden. Auch dieser Forderung ist bei der Anordnung der Verbindung dieser Theile mit einander Rechnung getragen.

XIX. **Kurzschliessung der Elektromagnetrollen mittels des abgeworfenen Ankerhebels.** Der elektrische Strom hat im empfangenden (und bei der in XVII. beschriebenen Anordnung auch im gebenden) Apparate seine Aufgabe vollständig gelöst, wenn er den Anker des Elektromagnetes abgeworfen (III.) und die Einrückung der Druckaxe (IV.) herbeigeführt hat; seine Unterbrechung ist von diesem Zeitpunkte an nicht nur unbedenklich, sondern sogar nutzbringend, weil sich der magnetische Ruhezustand in den Kernen des Elektromagnetes um so früher wieder herstellen wird, je früher die ihn abändernde Ursache, der Telegraphirstrom, in Wegfall kommt. Es lag daher nahe, eine Kurzschliessung der Elektromagnetrollen mittels des Ankerhebels herbeizuführen. Dieselbe wird bei den Apparaten mit elektrischer Einrückung der Druckaxe im Geber (vgl. XVII.) dadurch ermöglicht, dass der Ständer S des Ankerhebels mit der ins Amt eintretenden Leitung an einer vor dem Anschlusse derselben an die Elektromagnetbewickelung liegenden Stelle verbunden wird. Bei mechanischer Einrückung der Druckaxe im Geber wird der Ständer S mit der Ruhecontactschraube c_2 verbunden. Sowie dann der abgeworfene Anker A_0 die Schraube G_1 im Auslöshebel berührt, stellt er in beiden Fällen einen kurzen Weg zum Apparatgestell und zur Erde her (vgl. auch Fig. 554, S. 661).

Die Contactstelle am Anker ist sorgfältig rein zu halten.



Wird der Elektromagnet des Gebers mit vom entsendeten Strome durchlaufen (XVII.), so bewirkt die Kurzschliessung im Geber durch Ausschaltung des Rollenwiderstandes eine Verstärkung des Linienstromes.

Die Kurzschliessung erleichtert auch die Entladung der Leitung wesentlich und entzieht die Rollen E dem Einflusse des Entladungsstromes. — Vgl. XX.

Beim Rufen bleibt im Empfänger der Anker abgeworfen, weil ja das Laufwerk nicht in Gang gesetzt ist; zufolge der Kurzschliessung durchlaufen daher die nachfolgenden Rufströme mit grösserer Stärke den etwa vorhandenen Wecker (vgl. XXIII.).

XX. **Die Inductionsströme und die Wirkung der isolirten Feder.** Die rasche Abreissung des Ankers von den Polen des Elektromagnetes und das Wiederanlegen desselben an die Pole ändert den magnetischen Zustand in den Kernen der Rollen E so ab, als ob er Magnetismus hervorriefe, dessen Polarität beim Abreissen mit der bereits vorhandenen übereinstimmt, beim Anlegen ihr entgegengesetzt ist. Die durch das Abreissen des Ankers in den Rollen E entstehenden Magnet-Inductionsströme sind also den Telegraphirströmen entgegengerichtet; die beim Wiederanlegen des Ankers entstehenden aber sind ihnen gleichgerichtet. Die ersteren Ströme werden die Abreissfedern im weiteren Abreissen des Ankers nicht zu hindern vermögen; wohl aber können sie — namentlich in kurzen Leitungen — das Abreissen verzögern und die Auslösung verspäten. Die letzteren Ströme dagegen werden, bei der vorhandenen Kurzschliessung der Rollen E, leicht die nämliche Wirkung ausüben, wie Telegraphirströme, also den Anker abwerfen und nicht telegraphirte Buchstaben drucken lassen.

Um dies zu verhüten, soll der Stromweg durch die Rollen unterbrochen werden, sobald und so lange er entbehrlich ist; es ward daher der Druckaxe im Empfänger und in Gebern mit elektrischer Einrückung noch die Aufgabe zugewiesen, dies zu bewirken, und zufolge dieser Unterbrechung wird dann die Entstehung eines Inductionsstromes bei dem Wideranlegen des Ankers unmöglich. Zu diesem Zwecke wird neben dem Winkel d_0, Fig. 538, ein Ebonitwinkel W_5 an die Wange angeschraubt und auf demselben die isolirte Feder F_4 (vgl. auch Fig. 540) befestigt, eine an ihrem freien Ende geschlitzte Blattfeder; auf diese legt sich der Correctionsdaumen d_3 in seiner Ruhelage auf und soll mit ihr innigen Contact machen.

In dem Empfänger wird an die isolirte Feder F_4 der von den Elektromagnetrollen kommende Draht geführt, damit der Correctionsdaumen den weiteren Stromweg nach dem Apparatgestell (und der Erde) herstelle (vgl. auch Fig. 554, S. 661). Dabei wird bei der in XVII. angedeuteten Schaltung der Stromweg an der isolirten Feder auch im

Geber unterbrochen. Bei der Schaltung nach XVIII. dagegen liegen E, F_4 und d_3 nur beim Empfangen im Stromkreise, beim Geben hingegen nicht. Die Einfügung der isolirten Feder in den Stromkreis bei unmittelbarer Contactmachung am Schlitten wird in XXII. erörtert werden.

Verwandtes gilt bezüglich der in den Rollen des Elektromagnetes beim Auftreten und bei der Unterbrechung des Linienstromes in denselben entstehenden Extraströme.

XXI. **Die Stromquelle, der Stromwender, der Ausschalter.** Die Polarität des Elektromagnetes (III.) fordert eine bestimmte Richtung des Telegraphirstromes in den Elektromagnetrollen. Es macht sich daher ein Stromwender nöthig, durch welchen die Stromrichtung im Elektromagnet umgekehrt werden kann. Im gebenden Amte wird, weil für mehrere Leitungen gemeinschaftliche Batterien verwendet werden sollen, die Wahl der Richtung des entsendeten Stromes durch Aufstellung doppelter Telegraphirbatterien ermöglicht, von denen die eine mit dem Kupferpole, die andere mit dem Zinkpole an Erde gelegt wird. Die eine oder die andere Batterie zu benutzen, gestattet am bequemsten ein allgemeiner Batterieumschalter. Früher pflegte man nach jedem Apparate einen Draht von den freien Polen beider Linienbatterien zu führen und den blos für diesen Apparat dienenden Batterieumschalter mit dem Stromwender zu vereinigen (vgl. Fig. 554 und § 29, X.). Jetzt hat der Stromwender U in Deutschland die aus Fig. 524 deutlich erkennbare Anordnung; die Kurbel k dient jetzt blos zur Drehung der die Metallbügel s_1 und s_2 tragenden Scheibe und die unter ihr angebrachte, an ihren beiden Enden nach oben gebogene Feder c hat die Aufgabe, die Kurbel k in der Stellung zu erhalten, die man ihr gegeben hat; die Lage der übrigen Theile ist ganz so wie in der entsprechenden Figur in § 29, X.

Der Ausschalter X, Fig. 524, (N, Fig. 525) ist ein einfacher Kurbelumschalter, dessen Kurbel bei der Stellung auf die Schiene a den Stromweg von der Leitung nach dem Apparate schliesst, bei der Stellung auf b dagegen ihn unterbricht. Verbindet man nach Fig. 554 noch die Schiene b mit der Erdklemme E, so befindet sich bei der Stellung der Kurbel X auf b der Apparat allein, bez. zugleich mit der Batterie in kurzem Schluss.

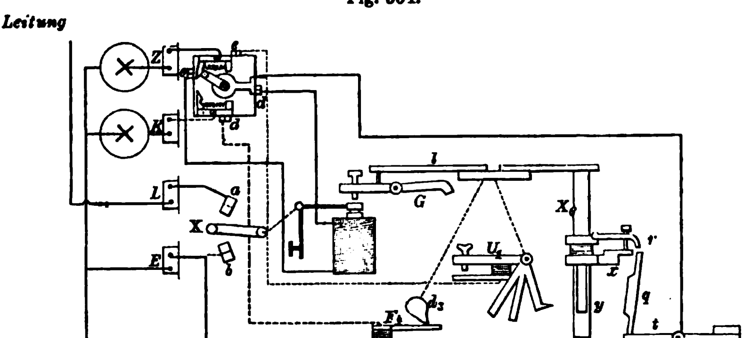
XXII. **Eine Stromlaufskizze.** Obgleich die eingehende Besprechung der Stromläufe für den Hughes-Betrieb der 4. Abtheilung (in der 2. Hälfte des 3. Bandes) vorbehalten bleibt, so mag hier doch wenigstens eine (ältere) Skizze beigegeben werden, welche die in XV. bis XXI. nach und nach erwähnten Stromwege veranschaulichen kann. Fig. 554 bietet den Stromlauf in einem Hughes mit unmittelbarer Contactmachung an der Lippe r des Schlittens (Fig. 546) für den Fall, dass zwei Telegraphir-

batterien benutzt werden, welche mit entgegengesetzten Polen an „Erde", mit den freien Polen aber an die Tischklemmen Z und K, den Batterie-Umschalter und Stromwender (XXI.) gelegt sind. Die in der Skizze vorkommenden Apparattheile werden sich schon aus ihrer Form leicht erkennen lassen, sie sind aber hier auch mit denselben Buchstaben bezeichnet, wie in den vorausgegangenen Abbildungen. Die isolirte Feder F_4 und der Correctionsdaumen d_3 sind zwischen dem Stromwender des Elektromagnetes und dem über die Tischklemme E mit der Erde in Verbindung stehenden Apparatgestell eingeschaltet.

Nach dieser Skizze lassen sich leicht auch die Stromläufe für die anderen hier vorkommenden und bereits besprochenen Fälle entwerfen.

XXIII. **Der Wecker.** So lange das Laufwerk nicht im Gange ist, also bei Beginn des Telegraphirens, kann vom gebenden Amte aus in dem in die Leitung eingeschalteten Empfänger nur ein hörbares Zeichen,

Fig. 554.



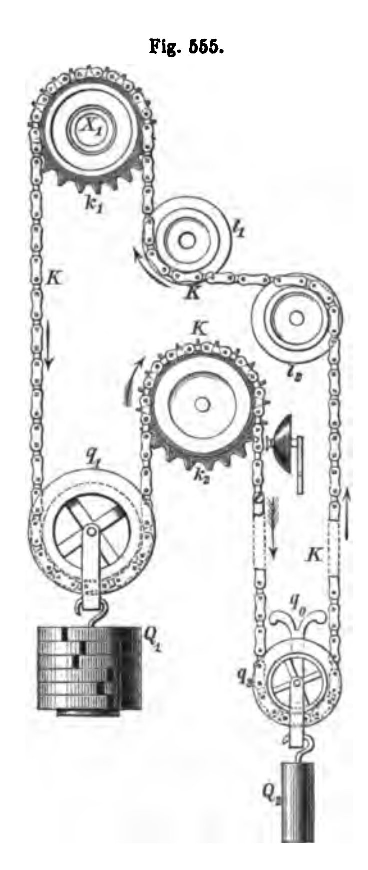
durch einmaliges Abwerfen des Elektromagnetankers, hervorgebracht werden. Wünscht man deutlicher vernehmbare Rufsignale, so gesellt man dem Hughes einen Rasselwecker (Selbstunterbrecher; vgl. Bd. 4, S. 23) bei, sorgt aber zugleich für eine selbstthätige Ein- und Ausschaltung desselben, wozu sich bequem die Bremse des Laufwerkes mitbenutzen lässt. Der Elektromagnet des Weckers wird zwischen die in Fig. 524 links am Tische sichtbaren Klemmen L und E eingeschaltet; von E führt ein Draht nach der Schiene a des Umschalters X; zwischen L und a aber liegt der selbstthätige Ausschalter (vgl. XXVI.) und stellt beim Laufen des Triebwerkes eine kurze Nebenschliessung zu den Elektromagnetrollen des Weckers her.

XXIV. **Die Kraftquelle des Laufwerks und die Aufziehvorrichtung.** Die Triebkraft für das Laufwerk liefert ein etwa 60 Kilogramm schweres Triebgewicht Q_1, das in der aus Fig. 555 ersichtlichen Weise

in einer Kette ohne Ende K aufgehängt ist; die Kette K liegt theils über, theils unter, theils innerhalb des etwa 100 cm hohen, 75 cm langen und 35 cm breiten, mit breiten gusseisernen Füssen versehenen Tisches, worauf das Laufwerk und die übrigen Apparattheile befestigt sind.

Das Triebgewicht Q_1 besteht aus 6 Bleiplatten, welche auf eine an ihrem oberen Ende mit einem Haken, an ihrem unteren Ende mit einer Scheibe versehene eiserne Stange aufgeschoben sind. Mit dem Haken wird die Stange in die Hülse der Rolle q_1 eingehakt. Die Rolle q_1 hängt in einer Schleife der Kette K; die Kette K ist nämlich so über die beiden Kettenräder k_1 und k_2 gelegt, dass sie links von denselben eine Schleife bildet, und in letzterer liegt die mit vorstehenden Rändern versehene Rolle q_1. Der übrige Theil der Kette K bildet eine zweite Schleife, welche rechts von k_1 und k_2 herabhängt und durch ein kleineres Gewicht Q_2 an der Rolle q_2 straff erhalten wird, ausserdem aber auch von der Q_1 tragenden Schleife dadurch fern gehalten wird, dass die von k_1 herabkommende Kette erst noch über die beiden, ebenfalls mit vorspringenden Rändern versehenen Leitrollen l_1 und l_2 geführt ist. Die Axe des Kettenrades k_1 ist in den beiden Messingwangen W_1 und W_2, Fig. 524, gelagert und trägt zugleich das erste Rad R_1 des Räderwerks. Die Axe X_0 des Kettenrades k_2 findet ihr Lager in den beiden äusseren Platten A_1 und A_2, Fig. 557 und 558 (in $^1/_3$ nat. Gr.), des starken eisernen Gestelles A, welches durch Schraubenbolzen an der unteren Fläche der Tischplatte befestigt ist; die Axen der Führungsrollen l_1 und l_2 sind einfach in die Platte A_2 eingeschraubt, deren unterer Theil in der Rückansicht Fig. 558 abgebrochen gedacht ist.

Fig. 555.

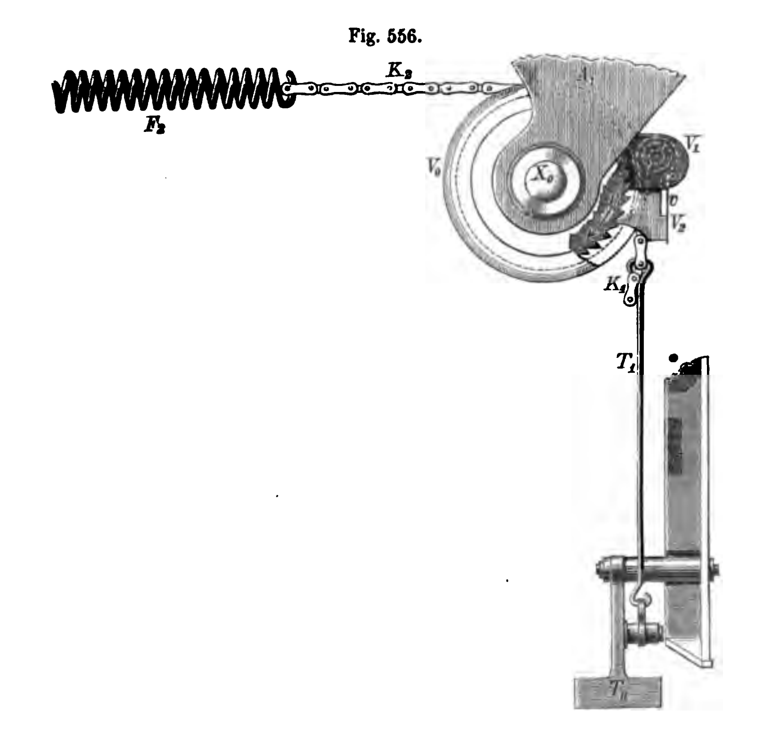


In Fig. 555 erscheinen q_1 und Q_1 nahezu in ihrer höchsten Stellung. Wenn das Gewicht Q_1 das Triebwerk treibt, senkt es sich und zieht die an dem jetzt still stehenden Kettenrade k_2 festgehaltene Kette in

der Richtung der glatten Pfeile in Fig. 555 fort; die Schleife von Q_1 vergrössert sich, die Schleife von Q_2 verkleinert sich und q_2 nebst Q_2 geht empor; die Richtung, in welcher sich hierbei k_1, l_1 und l_2, q_1 und q_2 drehen, ist aus der Richtung der genannten Pfeile an den sich bewegenden Kettentheilen leicht herzuleiten.

Die Wirksamkeit von Q_1 würde aufhören, wenn die q_2 tragende Schleife ganz verbraucht ist, oder Q_1 den Fussboden erreicht. Bevor dies eintritt, stösst q_2 mit dem flügelförmigen Ansatze q_0 gegen den horizontalen Arm eines auf den Klöppel einer am Tischbeine befestigten Glocke

Fig. 556.

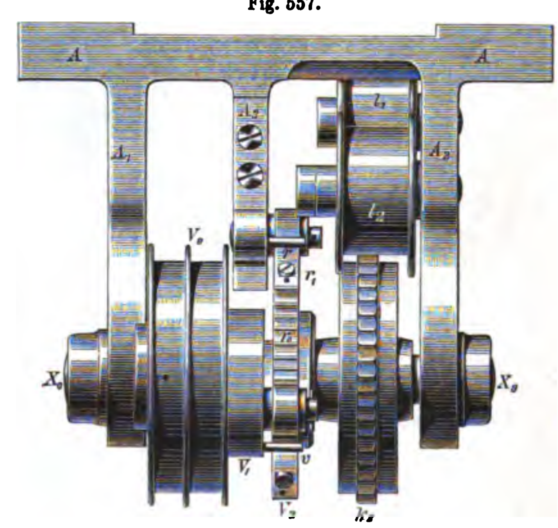


wirkenden Hebels, hebt denselben und spannt die Feder des Klöppels, so dass der Klöppel beim Abschnappen des Hebels kräftig gegen die Glocke geschnellt wird, als Mahnung zum Aufziehen. Durch das Aufziehen wird das Gewicht Q_1 wieder gehoben und ihm eine fortdauernde Wirksamkeit ertheilt. An der Aufziehbewegung sind nur das Kettenrad k_2 und die Rollen q_1 und q_2 betheiligt, und es bewegen sich die von k_2 herabhängenden Theile der Kette in der in Fig. 555 durch gefiederte Pfeile angegebenen Richtung. k_1, l_1 und l_2 brauchen aber während des Aufziehens nicht still zu stehen, sie müssen vielmehr während des

Telegraphirens ihre sich auf das Räderwerk fortpflanzende Umdrehung fortsetzen, was die Bewegung von q_1 und q_2 beim Aufziehen nur unmerklich verwickelter macht.

Die Aufziehvorrichtung ist in Fig. 556 bis 558 dargestellt; ihr gesellen sich die Theile bei, welche eine Drehung des Kettenrades k_2 durch das Gewicht Q_1 zu verhüten haben. Zu letzterem Zwecke sind an der Platte A_3 des Gestells A bez. an einem an dieselbe angeschraubten Ansatze zwei Sperrkegel r_1 und r_2 angebracht, welche durch Blattfedern r, die sich gegen Stifte in A_3 und dem Ansatze anstemmen, in die Zähne eines Sperrades r_0 eingelegt werden, aber um einen halben Zahn gegen einander verstellt sind, so dass, wenn der eine — wie r_2

Fig. 557.



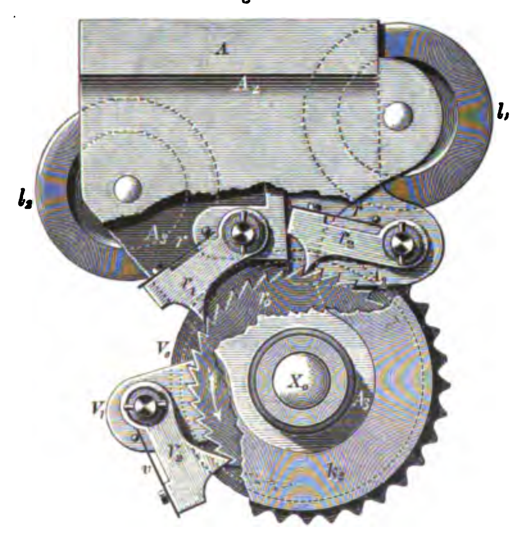
in Fig. 558 — eben sich in seiner tiefsten Lage befindet, der andere sich auf dem Rücken seines Zahnes in halber Höhe befindet. Dadurch ist erreicht, dass beim Aufziehen ein etwaiges Zurückgehen des Sperrades — entgegen der Richtung der gefiederten Pfeile — im ungünstigsten Falle nur auf eine halbe Zahnbreite eintreten kann, der durch das schwere Triebgewicht verursachte Stoss also nicht allzu heftig wird.

Das Sperrrad r_0 sitzt mit dem Kettenrade k_2 fest auf gemeinschaftlicher Buchse, welche auf die Axe X_0 aufgeschoben und mittels eines durchgesteckten Stiftes mit ihr verbunden ist.

Zum Aufziehen des Gewichtes Q_1 dient ein dritter, sich durch die Wirkung der Feder v in das Sperrad r_0 einlegender Sperrkegel V_2, welcher an dem Ansatze V_1 der Aufzugsrolle V_0 angebracht ist.

Die Rolle V_0 ist lose drehbar auf die Axe X_0 aufgeschoben; sie ist (gewöhnlich) durch drei vorstehende Ränder in zwei Abtheilungen getheilt; in der einen Abtheilung ist das Ende einer Gliederkette K_1 befestigt, welche um einen entsprechend grossen Bogen der Rolle V_0 herumgreift und in deren freies Ende die vom Fusstritte T_0 heraufkommende Zugstange T_1 eingehängt ist; in der andern Abtheilung ist das Ende einer zweiten Gliederkette K_2 festgemacht, in welche das Ende einer von der linken Tischzarge herüberreichenden kräftigen Spiralfeder F_2 eingehakt ist. Die Befestigungspunkte von K_1 und K_2 auf V_0 sind so gewählt, dass V_0 von der in Fig. 558 gezeichneten äussersten Stellung aus ungefähr um 90^0 gedreht werden kann. Der

Fig. 558.



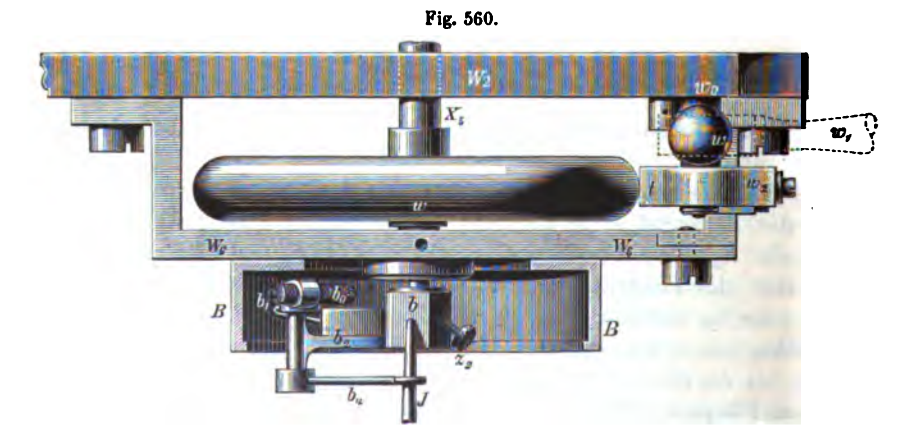
Tritt T_0 dreht sich um einen in den rechten hinteren Tischfuss eingesetzten Zapfen.

Beim Niedertreten des Fusstrittes T_0 dreht V_2 das Sperrrad r_0 und das Kettenrad k_2 in Richtung der gefiederten Pfeile, K_1 wickelt sich ab, K_2 wickelt sich auf, r_0 gleitet unter r_1 und r_2 hin. Beim Loslassen des Fusstritts zieht F_2 durch K_2 die Rolle V_0 zurück, r_1 aber, oder r_2, verhütet, dass r_0 mitgenommen wird, weshalb V_2 über die Zähne von r_0 hinweggleitet. Dieses Spiel kann sich so lange wiederholen, bis das Gewicht Q_1 gegen einen mit Gummizwischenlagen an der unteren Fläche der Tischplatte angebrachten Holzklotz stösst.

XXV. **Das Räderwerk.** Das Kettenrad k_1 überträgt durch das auf seiner Axe X_1 sitzende Rad R_1, Fig. 524, die Bewegung auf die

Fig. 559.

Fig. 560.



zweite Axe des Räderwerkes, auf welche ausser dem mit R_1 im Eingriff stehenden Getriebe das Rad R_2 aufgesteckt ist. R_2 greift in ein auf der dritten Axe sitzendes Getriebe ein, das auf diese Axe aufgesteckte Rad R_3 aber in Getriebe auf der Typenradaxe X_4 in (vgl. VI.). Von dieser Axe X_4 überträgt ein Kegelräderpaar R_5 und R_6 von gleicher Grösse die Bewegung auf die lothrechte Schlittenaxe X_6, deren oberer Zapfen sein Lager in einem an die Rückseite der vordern Wange W_1 angeschraubten Messingstücke findet, das Rad R_4 hingegen steht mit einem Trieb auf der Schwungradaxe X_5 im Eingriffe. Die Zähnezahlen der Räder und Triebe enthält folgende Tabelle:

erste Axe X_1:			Rad R_1 90 Zähne;
zweite Axe:	Trieb	30 Zähne;	Rad R_2 120 Zähne;
dritte Axe:	Trieb	20 Zähne;	Rad R_3 120 Zähne;
vierte Axe X_4:	Trieb	20 Zähne;	Rad R_4 126 Zähne;
fünfte Axe X_5:	Trieb Q_4	18 Zähne.	

Einer Umdrehg. d. Rades R_1 entspr. somit 3 Umdrehgn. d. Rades R_2,
18 „ „ „ R_3,
108 „ „ „ R_4 u. R_6;
756 „ der Axe X_5.

Sollten Typenrad und Schlitten 120 Umdrehungen in der Minute machen, so müsste für dieselbe Zeit die Umdrehungszahl von X_1, R_1 und k_1 $1^1/_9$ sein; die Axe X_5 aber und somit auch die Druckaxe d müsste in 1 Minute 840 Umdrehungen machen, wenn das Typenrad 120 Umdrehungen macht (vgl. XXX.).

XXVI. **Das Schwungrad und die Arretirungsbremse mit dem selbstthätigen Umschalter.** Damit dem Triebwerke trotz der wechselnden Grösse der von ihm beanspruchten Arbeitsleistung eine möglichst gleichförmige Bewegung gesichert werde, ist demselben ein Schwungrad hinzugefügt und naturgemäss auf die am schnellsten umlaufende Axe X_5 aufgesteckt worden. Die Schwungradaxe X_5 trägt auf einem Zapfen die Druckaxe d (vgl. IV.) und geht unter der hinteren Apparatwange W_2 hinweg. Auf seinem aus W_2 rückwärts vorstehenden Ende trägt X_5 das Schwungrad w, Fig. 559 und 560 ($^2/_3$ nat. Gr.); gelagert ist X_5 in einem innerhalb des Apparates an W_2 angeschraubten Messingstück W_3 (Fig. 528) und in einer Buchse, welche in die an die Wange W_2 angeschraubte Gestellplatte W_6 eingesetzt und auf deren Rückseite an dieselbe mittels der 3 in Fig. 559 sichtbaren Schrauben angeschraubt ist. Fig. 560 bietet die Rückansicht der Wange W_2; vgl. Fig. 524.

Gegen das Schwungrad wird der Bremsbacken l der Arretirungsbremse angedrückt, so lange das Laufwerk still stehen soll. Das Holzklötzchen l sitzt am Ende der gebogenen starken Feder w_2, welche durch Ebonitplatten isolirt an das Gestell W_6 angeschraubt ist. Der

Arretirungshebel w_1 ist mit seiner Axe w_0 oberhalb W_6 an die Wange W_2 angeschraubt; das innerhalb der Biegung der metallenen Feder w_2 liegende Stück der Axe w_0 ist an der Stelle, welche bei aufrechter Stellung des Hebels unten liegt, flach abgearbeitet. So lange nun der Hebel w_1 die in Fig. 559 und 560 punktirte Lage einnimmt, liegt die Abflachung der Axe w_0 nach links hin, die Feder w_2 ist sich selbst überlassen und hält l fern von w, schliesst dabei aber zugleich, indem sie sich an den ebenfalls gegen W_6 und w_2 isolirten Metallwinkel w_3 anlegt, den nahezu widerstandslosen Stromweg von der Leitungsklemme L nach der Schiene a des Ausschalters X (vgl. XXI.); w_2 macht also jetzt den Wecker unthätig (vgl. XXIII.) und gestattet dem Triebwerke zu laufen. Wenn dagegen der Hebel w_1 in seine aufrechte Stellung übergeführt wird, wirkt der volle Theil der Axe w_0, ähnlich wie eine excentrische Scheibe, auf eine an dem links liegenden Schenkel der Feder w_2 angebrachte Elfenbeinplatte und drückt die Feder w_2 so weit nach links, dass l gegen w gepresst und durch die Reibung zwischen beiden das Laufwerk zum Stillstande gebracht wird; der Contact zwischen w_2 und w_3 ist bei dieser Stellung des Hebels w_1 aufgehoben, der Wecker vom Nebenschluss befreit und dienstbereit.

Damit man W_6 von W_2 abnehmen kann, ohne w_3 und w_2 nebst Zubehör mit abnehmen zu müssen, ist W_6 aus zwei Theilen hergestellt, welche rechts durch eine Schraube mit einander verbunden sind.

Die Wirksamkeit des Schwungrades besteht bekanntlich darin, dass es die Umlaufsgeschwindigkeit angenähert gleich gross, die Bewegung also nahezu gleichförmig erhält, indem es einen Ausgleich zwischen der Triebkraft und der Arbeitsleistung vermittelt. Werden einmal in einigen aufeinander folgenden Umläufen weniger Zeichen gedruckt, so speichert sich die nicht verbrauchte Kraftleistung in dem Schwungrade auf, dessen Geschwindigkeit zugleich mit der aller umlaufenden Theile wächst; wird dann in einem Umlaufe eine grössere Anzahl Zeichen gedruckt, so giebt das Schwungrad unter Verminderung seiner Geschwindigkeit die aufgespeicherte Leistung wieder aus. In beiden Fällen fällt die Geschwindigkeitsänderung um so geringer aus, je grösser das Drehungs- oder Trägheitsmoment des Schwungrades ist.

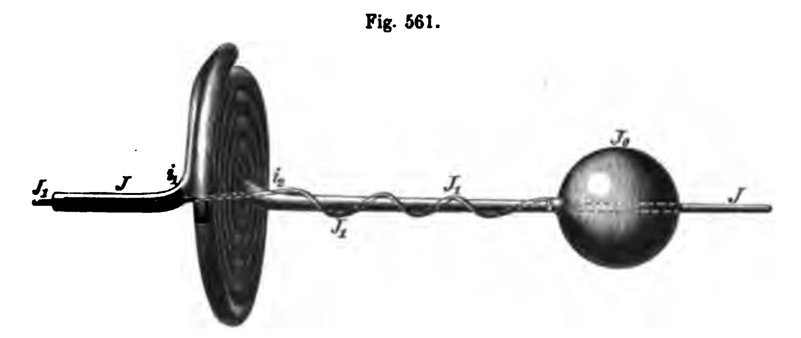
XXVII. **Die Regulirung der Laufgeschwindigkeit mittels des Pendels und der Centrifugalbremse.** Zur Unterstützung des Schwungrades in der Aufrechthaltung einer gleichförmigen Bewegung und ganz besonders zur Einstellung des Laufwerks auf eine bestimmte Geschwindigkeit ist das Laufwerk mit einem Centrifugalregulator[11]) versehen, in welchem die Centrifugalkraft eines umlaufenden Körpers bei zu gross werdender

[11]) Andere Centrifugalregulatoren sind auf S. 444, S. 465 und 522 beschrieben, ferner in XXXVIII. und XLI.

Umlaufgeschwindigkeit vorübergehend eine gewisse, bez. eine grössere Reibung erzeugt und dadurch die Geschwindigkeit mässigt, bei zu klein werdender Geschwindigkeit die vorhandene Reibung vermindert und dadurch eine Vergrösserung der Geschwindigkeit veranlasst.

Der in rasche Umdrehung versetzte Körper hat u. a. bei den deutschen Apparaten die in Fig. 561 (in $^1/_3$ nat. Gr.) dargestellte, auch in Fig. 524 und 525 sichtbare Anordnung[12]); er ist im wesentlichen ein sich um eine fest liegende, wagrechte Axe drehendes conisches Pendel, dessen Länge durch Verschiebung einer Kugel auf der Pendelstange verändert werden kann. Die Pendelstange J besteht aus einem runden, conisch zulaufenden Stahldrahte. Der stärkere Theil des Drahtes ist in einiger Entfernung vom Ende zu einer etwa 5 Windungen bildenden ebenen Spirale gewickelt, wobei die beiden Enden i_1 und i_2 so gebogen

Fig. 561.



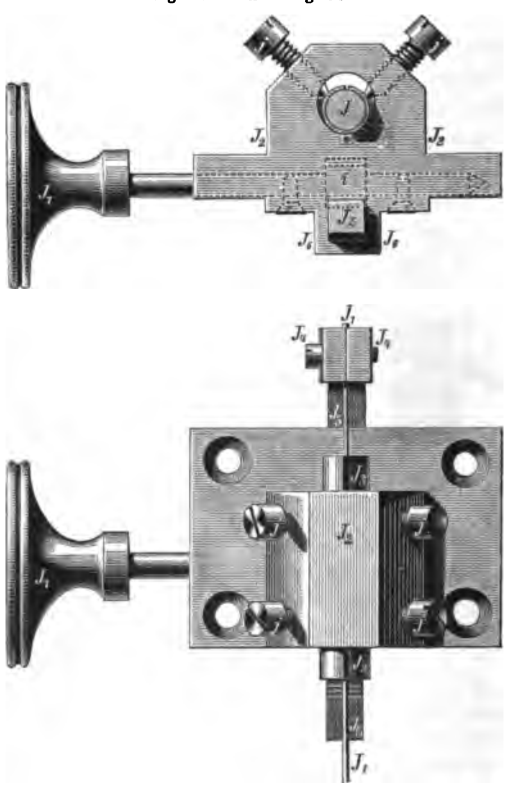
sind, dass die beiden geraden Theile der Stange in einer und derselben, auf der Ebene der Spirale in deren Mitte senkrecht stehenden Geraden liegen. Die Lagerung[13]) der Stange an ihrem dickeren Ende erläutern zugleich mit Fig. 524 der in Fig. 562 und 563 ($^2/_3$ nat. Gr.) gegebene

[12]) Diese ganz zweckmässige Form der Pendelstange wurde an Stelle der früher gebräuchlichen geraden Stangen aus Aluminiumbronze und der von Hughes angegebenen (1870; vgl. Journal télégraphique, Bd. 1, S. 114), in verschiedenen Ländern auch jetzt noch benutzten (mit dem Namen Tonnenfeder belegten) Pendelstangen, deren gewundener, stärkerer Theil eine cylindrische Spirale bildet, von dem Mechaniker des Telegraphen-Hauptamtes in Moskau, E. Krajewski, eingeführt; vgl. Journal télégraphique, Bd. 1 (1871), S. 240. — Das kurze Zeit vor der Tonnenfeder von Berio vorgeschlagene Pendel mit einer an die Aufhängung der Magnetnadel in den Schiffscompassen erinnernden Lagerung der wagrechten Stange hat keinen Eingang gefunden. — Die älteste Form des Pendels zeigt Fig. 185 auf S. 346 des 1. Bandes; der mit einem verschiebbaren Läufer ausgerüstete Stab wurde hier durch ein auf der Axedes Typenrades sitzendes Steigrad in ebene Schwingungen versetzt. — Eine theoretische Untersuchung der Bewegungsweise des Pendels hat E. Lacoine im Journal télégraphique, Bd. 1, S. 31 gegeben.

[13]) Auch das Lager der Pendelstange gehört zu den Theilen des Hughes, welche im Laufe der Zeit mehrfach geändert worden sind.

Aufriss und Grundriss. Die Platte des Lagers J_2 ist auf einem an der Rückseite des Apparattisches befestigten bügelförmigen Träger aufgeschraubt. In der Oeffnung des Lagers J_2 liegt eine geschlitzte Hülse J_3 und in dieser die Stange J; die untere Seite der Oeffnung ist nach vorn und hinten geneigt, se dass J_3 auf der in der Mitte sich bildenden Erhöhung eine kippende Bewegung machen kann. Durch vier Schrauben j, welche in J_2 mit einer Neigung von 45^0 eingeschraubt werden, wird die Lage und Richtung


Fig. 562 und Fig. 563.



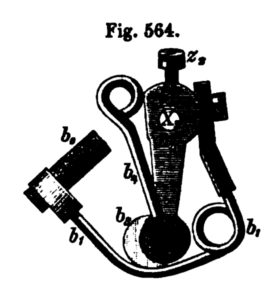
der Hülse J_3 und damit zugleich der Stange J regulirt und beide schliesslich unveränderlich festgelegt.

Auf die Pendelstange J ist eine Messingkugel J_0 aufgeschoben, welche nach Befinden durch ein mit in die Kugelöffnung eingestecktes, sich an die Stange J anpressendes, federndes Blech in ihrer Stellung auf der Stange erhalten wird. An der Kugel J_0 ist ein Draht J_1 mit dem einen Ende angeschraubt, welcher in einigen Windungen sich um die Pendelstange J herumwindet, in einer Nuthe des Lagers J_2 unter-

halb der Pendelstange hindurchgeht und mit seinem anderen Ende mittels zweier Schrauben zwischen den beiden Backen J_4 festgeklemmt ist. Diese Backen befinden sich am Ende einer vierkantigen Zahnstange J_5, welche durch das an J_2 angeschraubte Lager J_6 hindurchgesteckt ist, mit dem Stahltriebe i im Eingriff steht, dessen Axe mit einem veränderten Kopfe J_7 versehen ist; durch Umdrehen des Kopfes J_7 kann daher J_5 in ihrem Lager J_6, damit aber zugleich auch die Kugel J_0 auf der Stange J hin und her geschoben werden. Durch die Verschiebung der Kugel auf der Stange wird die Lage des Schwerpunktes des ganzen Pendels, also die Pendellänge verändert.

Durch die Verschiebung der Kugel ändert sich aber, unter übrigens ungeänderten Verhältnissen, beim Schwingen der Pendelstange um ihre horizontale Axe und bei der dadurch herbeigeführten Ablenkung der Stange von dieser Axe um einen gewissen Winkel der bei diesem Winkel vorhandene Abstand der Kugel J_0 von der horizontalen Axe, damit in bekannter Weise die Grösse der Centrifugalkraft, zugleich auch der Hebelarm, an welchem die Centrifugalkraft auf Durchbiegung der Pendelstange J wirkt, welche sich ihrerseits zufolge ihrer Elasticität der Ablenkung von der horizontalen Axe und der Durchbiegung widersetzt. Je weiter also die Kugel nach dem freien Ende der Stange J hingeschoben wird, desto leichter — d. h. bei um so kleinerer Winkelgeschwindigkeit des Pendels (und der Schwungradaxe X_5) — wird dieses Ende um einen gewissen Betrag aus seiner — in der horizontalen Axe liegenden — Ruhelage nach aussen bewegt werden können.

Fig. 564.



Wenn nun aber das freie Ende von J um einen bestimmten Betrag nach aussen geschoben wird, beginnt die Bremswirkung. Das freie Ende von J ist nämlich in die Oese des Bremshebels b_4 (Fig. 559, 560, 564) eingesteckt, welcher frei drehbar am Ende des mit seiner Buchse b auf das über W_6 vorstehende freie Ende der Schwungradaxe X_5 aufgesteckten und auf ihm mittels der Schraube z_2 befestigten Bremshebels b_2 befestigt ist; in dem Raume zwischen b_2 und W_6 sitzt auf der durch b_2 hindurchgehenden Axe des Armes b_4 noch eine Stahlscheibe und auf einem aus dieser vorstehenden, aber nicht im Mittelpunkte derselben liegenden Stifte die Elfenbeinscheibe b_3; an b_3 legt sich der federnde starke Draht b_1 an, welcher in ein Messingstück eingelöthet und mit diesem mittels der Schraube z_1 an die Buchse b angeschraubt ist; am freien Ende trägt b_1 eine in ihrem etwas konischen Loche mit Muttergewinde versehene Oese, durch welche der, gewöhnlich aus einem starken Leder-

streifen hergestellte, Bremsklotz b_0 eingeschraubt ist, so dass er sich nicht leicht in der Oese verschiebt.

Diese Theile umschliesst der an die Platte W_6 angeschraubte stählerne Bremsring B. So lange das Triebwerk nicht läuft, liegt b_4 an b an (Fig. 564) und b_0 steht, wie in Fig. 564, fern von der Innenfläche des Bremsringes B. Sobald die Axe X_5 anfängt umzulaufen, nimmt die Oese des Bremshebels b_4 das etwas seitwärts der Drehaxe X_5 liegende Ende der Pendelstange J mit, versetzt diese sammt der Kugel J_0 in Umdrehungen um die fest liegende Pendelaxe und sofort beginnt die Centrifugalkraft (namentlich der Kugel J_0), den Winkel zwischen J und der Pendelaxe zu vergrössern, und dreht dabei b_4 um seine Axe und mittels der Scheibe b_3 zugleich auch b_1 und b_0 nach aussen, bis die Elasticität der Pendelstange J und die federnde Wirkung von b_1 dem Kraftmomente der von dem Gewichte der Kugel, deren Stellung auf J, dem Ausschlage des Pendels und der Umdrehungszahl abhängigen Centrifugalkraft das Gleichgewicht halten. Wäre nun die Stellung der Kugel auf der Stange von Anfang an so gewählt worden, dass bei der beabsichtigten Umlaufsgeschwindigkeit des Typenrades und des Schlittens die Bremse b_0 den Ring B noch nicht berührt so müsste, wenn sich dann die Geschwindigkeit über diese beabsichtigte Grösse hinaus steigert, b_4 und damit auch b_1 weiter nach aussen geschoben, b_0 bald gegen die Innenfläche von B angedrückt werden, und die Reibung zwischen beiden, welche um so grösser ist, je mehr die augenblickliche Geschwindigkeit die beabsichtigte, normale übersteigt, nun so lange auf Verminderung der Geschwindigkeit wirken, bis dieselbe wieder auf die normale herabgebracht ist und der Ausschlag des Pendels sich dementsprechend wieder vermindert hat. Hätte man dagegen die Grösse des Triebgewichtes so bemessen und von Anfang an die Stellung der Kugel J_0 so gewählt, dass bei der normalen Umlaufgeschwindigkeit b_0 mit einigem Drucke an B angepresst wird, so würde das Pendel nicht bloss eine Ueberschreitung der Normalgeschwindigkeit, sondern auch eine Unterschreitung derselben zu corrigiren befähigt sein, weil bei letzterer jener Druck und die Reibung zwischen b_0 und B, ausserdem auch der Reibungsweg verkleinert und durch diese Verminderung der Bewegungswiderstände die Geschwindigkeit vergrössert werden würden.

XXVIII. **Die räumliche Anordnung der Theile im Hughes.** Neben der in II. gegebenen sachlichen Gruppirung der so zahlreichen Theile des Hughes dürfte auch ein rascher Blick auf die räumliche Anordnung derselben nicht überflüssig sein, weil derselbe das räumliche Zurechtfinden gewiss erleichtern wird. In Fig. 524 und 525 von links her die obere Tischfläche überblickend, bemerkt man, bei dem Stromwender U und dem Ausschalter X (S. 624: D. a.) sich nicht aufhaltend, zuerst in

ausgeprägter Selbständigkeit den Elektromagnet E (C. d.); sodann, innerhalb des langen Raumes zwischen den Wangen W_1 und W_2, macht sich das Räderwerk (A. b.) breit, das mit den drei hinter, vor und unter jenem Raume angeordneten Gruppen von Theilen in Beziehung und im Zusammenhange steht. Hinter W_2, halbverborgen und doch so wichtig, befinden sich das Schwungrad, der Regulator und die Bremsen (A. c.). Vor der Wange W_1 gruppiren sich die zum Drucken nöthigen Theile: in der Mitte das Typenrad nebst Zubehör (C. a.), unter ihm und z. Th. etwas links von ihm die Druckwalze (C. c.), das Druckwerk und die Papierbewegung, endlich in gemessener Entfernung davon die Papierrolle (C. b.) Unter den Wangen W_1 und W_2 aber läuft der Stromschliesser um (B. a.), bereit, auf Befehl vom Gebenden die Contact machenden Theile (B. b.) in Thätigkeit zu versetzen. Die in ihrem Wesen so verschiedenartigen Bindeglieder zwischen diesen drei Gruppen und dem Räderwerke liegen mit innerhalb der Wangen W_1 und W_2, und es erstreckt sich nur — wie ein Ausläufer — der Einrückhebel G nach dem zur rechten Zeit mit helfenden Elektromagnete hin. Eingelassen in die Tischfläche bieten sich (B. c.) die greifbaren Tasten der Hand des Gebenden, um dessen Befehle mittels der unter der Tischplatte verborgenen Tastenhebel und der Stifte in der Stiftenbüchse, welche trotz ihrer grossen Zahl in ungestörter Ordnung neben und über einander liegen, den beweglichen Theilen am Stromschliesser zu übermitteln. Unter dem Tische endlich findet das Auge leicht die Kraftquelle und Aufziehvorrichtung, nur bei schärferem Hinblicken aber die auf S. 624 unter D. c., d. und e. genannten Theile, sowie den Kurzschliesser für den Wecker (D. b.).

XXIX. **Einleitung des Telegraphirens.** Sind die Triebgewichte Q_1, Fig. 555, aufgezogen, so werden die beiden Telegraphen, welche zusammen arbeiten sollen, durch Niederlegen des Arretirungsbremshebel w_1, Fig. 559, in Gang gesetzt. Darauf wird, wenn nöthig, die Kugel J_0, Fig. 561, durch entsprechendes Vor- oder Zurückdrehen der geränderten Schraube J_7 so eingestellt, dass die gewünschte Normalgeschwindigkeit annähernd erreicht ist. Darauf drückt ein Amt bei jedem Schlittenumlaufe die erste Taste; ist bereits Synchronismus vorhanden, so erscheint in dem andern Amte auf dem Streifen stets das nämliche Zeichen; schreiten dagegen die nach einander abgedruckten Zeichen im Alphabete nach vorwärts oder nach rückwärts fort, so muss in dem zur Zeit druckenden Apparate die Laufgeschwindigkeit durch Verschieben der Regulirkugel J_0 verkleinert bez. vergrössert werden. Erscheint bei jedem Umlaufe der nämliche Buchstabe auf dem Streifen, so lässt das druckende Amt nicht mehr bei jedem Umlaufe drucken, indem es für eine nach und nach bis zu etwa 10 anwachsende Zahl von Umläufen durch Niederdrücken des Knopfes U_0, Fig. 538, des Einstellhebels die

Elektromagnetrollen kurz schliesst, und stellt wiederum so lange an der Kugel J_0, bis auch jetzt stets der nämliche Buchstabe gedruckt wird. Vgl. auch X.

Nunmehr halten beide Aemter die Typenräder in der unter VIII. beschriebenen Weise fest und das gebende Amt löst beide aus, um das Typenrad im Empfänger und Geber in Uebereinstimmung zu bringen, worauf das Telegraphiren beginnen kann.

Beim Telegraphiren können durch verschiedene Ursachen fehlerhafte Erscheinungen auftreten. Es sei hier auf die Aufzählung derselben und ihrer Ursachen, bezieh. der an die einzelnen Theile des Hughes zu stellenden Anforderungen hingewiesen, welche J. Sack in „Der Druck-Telegraph Hughes“ (Berlin, 1873; S. 51 ff.) und J. Kareis in der 4. Lieferung der noch im Erscheinen begriffenen 6. Auflage von Dr. H. Schellen, Der elektromagnetische Telegraph, S. 605 ff. gegeben haben.

XXX. **Laufgeschwindigkeit, Stromdauer, Leistung.** Die Umlaufsgeschwindigkeit des Typenrades und des Schlittens wird wesentlich von den Leitungsverhältnissen (Isolation, Widerstand, Ladung) bedingt. Die Umdrehungszahl für 1 Minute kann von 90 bis 150 gesteigert werden; für gewöhnlich wird sie in den Grenzen von 100 und 125 gehalten. Unter eine gewisse Umlaufszahl darf man nie herabgehen[14]), weil man sonst Gefahr laufen würde, dass die Klinke n nicht zuverlässig über die Kante der schiefen Ebene n_0 hinweg geführt wird, wie es am Ende von V. (S. 631) angedeutet worden ist.

Die Stromgebung kann höchstens (vgl. XV. und XVI.) so lange dauern, als die Lippe des Schlittens mit dem Kopfe des durch den Tastendruck aus seiner Oeffnung hervorgetretenen Stiftes in Berührung ist. Macht der Schlitten in 1 Secunde u Umdrehungen, so kommen auf das Durchlaufen eines Bogens von Mitte zu Mitte zweier benachbarter Stiftöffnungen $\frac{1}{28u}$ Secunden. Reicht die Lippe stromgebend über n solche Bogen hinweg, so ist die Stromdauer $d = \frac{n}{28u}$ Secunden. Bei 100 Umdrehungen des Schlittens in 1 Minute und $n = 2$ bez. $n = 3$ ist $d = \frac{2}{28 . 100 : 60} = \frac{12}{280}$ bez. $d = \frac{3}{28 . 100 : 60} = \frac{18}{280}$; bei 120 Umdrehungen in der Minute und wieder $n = 2$ bez. $n = 3$ ist $d = \frac{10}{280}$ bez. $d = \frac{15}{280}$.

Die Leistung des Hughes, d. h. die Anzahl der Typen, welche auf ihm in einer bestimmten Zeit gedruckt werden können, ist — ab-

[14]) Blavier (Traité, Bd. 2, S. 257) nimmt die kleinste zulässige Geschwindigkeit zu 40 Umläufen an und bezeichnet zugleich 150 Umläufe als eine obere Grenze, welche mit Rücksicht auf die mechanischen Aufgaben der Druckaxe nicht überschritten werden dürfe.



gesehen von der Uebung und Geschicklichkeit des gebenden Beamten — abhängig von der Umdrehungszahl des Schlittens und der Anzahl von Typen, welche bei einem Schlittenumgange gedruckt werden können. Jeder Abdruck einer Type erfordert einen Umlauf der Druckaxe (vgl. IV. und V.). Nach XXV. machen die Schwungradaxe X_5 und die Druckaxe *d* siebenmal so viel Umläufe als die Typenradaxe X_4; wären daher die Druckaxe und Schwungradaxe beständig verkuppelt, so würden bei 1 Umlaufe des Typenrades 7 Typen abgedruckt, also jede vierte Type. Ströme aber, welche jede vierte Type zum Abdruck bringen möchten, wie dies ein beständig die Rollen des Elektromagnetes durchlaufender Strom zu thun strebt, würden ein dauernd sicheres Arbeiten nicht möglich machen, weil zu der sichern Verkuppelung und Entkuppelung der beiden Axen immerhin eine gewisse, wenn auch sehr kleine Zeit nöthig ist. Deshalb darf der Gebende nicht bereits die vierte, sondern erst die fünfte Taste nach der zuletzt gedrückten niederdrücken.

Die Lippe darf daher ohne Nachtheil für die Leistungsfähigkeit 4 Löcher der Stiftbüchse bedecken; zu Erzielung einer ausreichend langen Stromdauer (vgl. XXIX.) genügt schon eine geringere Länge der Lippe.

Wird eine frühere Taste, als die fünfte, niedergedrückt, so wird im empfangenden Amte nicht die zu dieser Taste gehörige Type abgedruckt, sondern diejenige, welche eben druckbereit ist, wenn der Druck des vorher telegraphirten Zeichens vollendet ist. Die rückwärts liegenden Tasten dürfen nicht früher gedrückt werden, als bis das rückwärtsige Ende des Stössers über ihre Löcher hinweggegangen ist.

Würden bei jedem Umlaufe 5 Typen abgedruckt, so betrüge dies bei 120 Umläufen in der Minute 600 Typen (einschliesslich der Zwischenräume, bez. der Figurenwechsel). Kommt es blos auf das Drucken ganz beliebiger Typenfolgen an, so kann man sogar mehr als 5 Typen bei einem Umlaufe drucken; z. B. bei vier aufeinander folgenden Umläufen kann man drucken: *ejotx bglqvz dinsw afkpuy*, d. h. abwechselnd 5 und 6 Typen in 1 Umlaufe, also bei 120 Umläufen in der Minute 660 Typen. Diese theoretische Leistung kann selbst der geübteste Beamte in Telegrammen nicht erreichen, weil ja im Texte des Telegramms die Buchstaben und sonstigen Zeichen niemals in einer so günstigen Aufeinanderfolge vorkommen. Eine kleinste Leistung lässt sich nicht gut feststellen; man könnte als solche etwa 1 Druck bei jeder Umdrehung annehmen wollen; die Zeitverluste durch Einstellen bei Richtungswechseln u. s. w. können indess die Leistung noch weiter herabdrücken.

Blavier berechnet in seinem Traité, Bd. 2, (1867) S. 257, weil in den Telegrammen die Buchstaben in ganz beliebiger Folge vorkommen, zunächst den mittleren Abstand zweier zu druckender Typen zu $([4+1]+[4+28]):2 = (5+32):2 = 18,5$ und daraus die im Mittel bei einem Umlaufe zu druckenden Typen zu $28:18,5 = 1,54$; bei 120 Umläufen des Typenrades gäbe dies in 1 Minute 185 Typen (genauer $1,52 \cdot 120 = 182$).

In der Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, Jahrg. 13 (1866), S. 234, macht Dr. Brix am Schlusse einer eingehenden Beschreibung des Hughes folgende Mittheilung über die Leistung desselben: „Um einen Anhalt für die wirkliche Maximal-Leistung des Apparates zu erlangen, telegraphirte ein sehr geübter Beamter in meiner Gegenwart eine Gruppe von 12 in französischen Depeschen häufig vorkommenden Wörtern mit günstiger Buchstabenfolge mehrmals hintereinander ab. Das Ergebniss dieses Versuches war bei der gewöhnlichen Rotations-Geschwindigkeit des Apparates: 270 Typen oder 45 Wörter in der Minute. Dies möchte also vorläufig als Maximal-Leistung zu betrachten sein." Es wird dann daselbst auf S. 235 noch angegeben, dass in der Stunde zwischen 32 und 40, unter Umständen sogar 50 Telegramme gegeben wurden, dass auf dem Morse dagegen die stündliche Leistung 20 Telegramme betrage. Bei einem geübten Beamten hätte man hiernach die Leistung auf dem Hughes etwa der zweifachen Leistung auf dem Morse gleichzusetzen; andere Angaben stimmen zum Theil hiermit überein, zum Theil weichen sie hiervon nicht unwesentlich ab, die einen nach oben, die andern nach unten.

G. B. Prescott beschränkt sich in Electricity (1877), S. 637, auf die Angabe: „Auf Landlinien von 250 bis 300 Meilen (400 bis 480 km) wird die Geschwindigkeit gewöhnlich auf 120 Umdrehungen erhalten. Bei dieser Geschwindigkeit beträgt die Zahl der in 1 Minute abtelegraphirten Wörter durchschnittlich 31. Eine grössere Geschwindigkeit würde die Beförderung einer grösseren Zahl von Wörtern gestatten und umgekehrt".

Auf einer oberirdischen Leitung zwischen Berlin und Hamburg dagegen wurden kürzlich, während sie für die Beförderung von Presstelegrammen vermiethet war, ohne Unterbrechung und ohne Richtungswechsel in der Zeit von 9 bis 10 Uhr Abends 1456 Wörter bei einer Geschwindigkeit von 110 Umdrehungen in der Minute abtelegraphirt. Zu dieser Anzahl von Wörtern gehörten 11 550 Buchstaben einschliesslich 1642 Blanktastendrucken. Es kamen sonach auf 1 Minute 192 Typen. Zum Abdruck dieser 11 550 Typen sind im Ganzen 33 m Papierstreifen verbraucht worden.

Auf einer Kabelleitung dagegen wurden bei 100 Umdrehungen in der Minute in der Zeit von 11 bis 12 Uhr Nachts von Berlin 62

Privattelegramme nach Bremen gegeben; dieselben enthielten 1320 Wörter mit 8880 Buchstaben einschliesslich der Blankdrucke. Es kamen hiernach 148 Typen auf 1 Minute. Verbraucht wurden dabei 25,80 m Streifen.

Am 6. October 1886 wurden von einem Beamten der Vereinigten Deutschen Telegraphen-Gesellschaft in drei auf einander folgenden Stunden bei 106 Umläufen in der Minute 70, 54 und 52 Telegramme mit bez. 808, 619 und 626 Textworten von Emden nach London gegeben; die Köpfe der Telegramme sind also in die Wortzahl nicht mit eingerechnet. Nimmt man, wie oben, auch hier 6 Typen auf das Wort und je 1 Blanktaste, so würde man der Reihe nach 94, 71, 73 Typen (ohne die Köpfe) in 1 Minute erhalten.

Die bisher mitgetheilten Angaben über die Leistung des Hughes lassen nicht nur eine grosse Verschiedenheit in den für diese Leistung erlangten Zahlen erkennen, sondern auch eine noch grössere Verschiedenheit in den zur Auffindung der die Leistung ausdrückenden Zahlen eingeschlagenen Wegen. Beides ist durchaus nicht zu verwundern. Ist doch schon der Begriff „Leistung" sehr wechselnd. Die Bestimmung der Leistung nach der Zahl der beförderten Telegramme oder Wörter kann wegen deren ungleicher Länge und dem wechselnden Verhältnisse derselben zu den Köpfen je nach den Sprachen, Verkehrsgebieten u. s. w. nur einen beschränkt giltigen — für gewisse Zwecke immerhin brauchbaren und werthvollen — mittleren Schätzungswerth liefern. Aber auch in der Zählung der abgedruckten Typen wird sich z. B. der Unterschied der Sprachen gerade beim Hughes verhältnissmässig grell markiren und in gleicher Weise Eigenthümlichkeiten des Verkehrs, des Betriebes, der Leitungsverhältnisse und dergleichen mehr, natürlich stets dabei vorausgesetzt, dass die mit dem Hughesdienst betrauten Beamten den für diesen Dienst an sie zu stellenden sehr hohen Anforderungen vollkommen genügen. Nicht minder hat ein Vergleich der Leistung des Hughes mit der des Morse seine grossen Schwierigkeiten. Bei der Wichtigkeit der Sache aber — sowohl bezüglich der Leistung des Hughes an und für sich, wie bezüglich der Vergleichung seiner Leistung mit der des Morse und anderer Telegraphen — wäre eine gründliche Erörterung der ganzen Frage gewiss im höchsten Grade wünschenswerth.

2. *Der Typendrucker von Lucchesini.*

XXXI. **Grundgedanke.** Der Ingenieur Dr. Alexander Lucchesini in Florenz ist bei der Construction seines unter Nr. 23 904 vom 4. März 1882 ab für Deutschland patentirten, seit der Patentanmeldung in mehreren Stücken verbesserten, ebenfalls in die Klasse der mit

Synchronismus arbeitenden Typendrucker[15]) gehörigen Telegraphen darauf ausgegangen, von dem Laufwerke alle jene Einflüsse fern zu halten, welche durch plötzlich auftretende und der Zeit nach unregelmässig sich wiederholende Beanspruchungen der Triebkraft den Tautochronismus und damit den Synchronismus gefährden, welcher zwischen den beiden zusammen arbeitenden Telegraphen erhalten werden muss. Dieses Streben führte Lucchesini namentlich zu einigen Abweichungen, welche sein Apparat gegenüber dem Typendrucker von Hughes in der Druckvorrichtung, in dem Schlitten des Gebers und in der Correction zeigt. Ausserdem erstrebte Lucchesini eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit durch Verkürzung der zum Drucken nöthigen Zeit. Endlich hat Lucchesini zugleich das selbstthätige Abtelegraphiren von Telegrammen auf seinem Telegraphen möglich gemacht, und zwar unter Verwendung eines auf einem besonderen Lochapparate gelochten Papierstreifens und mittelbarer Stromgebung durch Contacthebel. Dieser Telegraph war 1883 in Wien in der Elektrischen Ausstellung zu sehen; damals und später sind mit ihm Versuche auf österreichischen Leitungen angestellt worden, ohne dass dieselben zu seiner Einführung geführt haben. Trotzdem erscheint eine Besprechung seiner Eigenthümlichkeiten hier angezeigt. Vgl. auch Elektrotechnische Zeitschrift, 1883, S. 465.

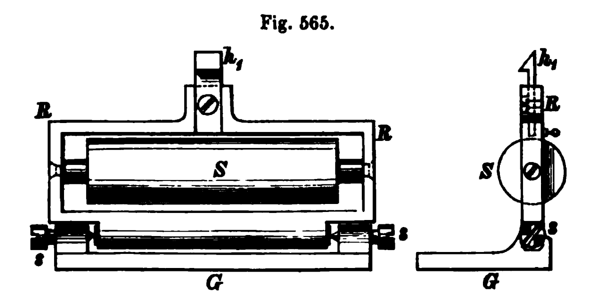
XXXII. **Der Elektromagnet.** Der in Fig. 565 von vorn und von der Seite gesehen dargestellte, polarisirte Elektromagnet ist dem im Meyer'schen Vielfachtelegraph ganz ähnlich. Die von den Linienströmen durchlaufene horizontale Spule *S* ist mit ihrem weichen Eisenkern in einem verticalen Messingrahmen *R* befestigt, welcher an seinem unteren Ende auf zwei Schraubenspitzen *s* in der Grundplatte *G* drehbar gelagert ist. In gleicher Höhe mit dem Kern liegt der Spule ein Hufeisen-Stahlmagnet gegenüber, dessen 3 Lamellen durch Polschuhe so zusammengefasst sind, dass die eigentlichen Pole sich genau den beiden Enden des Eisenkerns der Spule gegenüber befinden; der Hufeisenmagnet zieht den Eisenkern für gewöhnlich an sich heran, die Telegraphirströme aber werden in einer solchen Richtung durch die Spule *S* gesendet, dass sie in dem Kerne den Polen des Hufeisens gleichnamige Pole entwickeln, der Kern also vom Hufeisen abgestossen

[15]) Lucchesini kann mit seinem Telegraphen nicht blos telegraphisch drucken, sondern auch Morseschrift befördern, welche aber allerdings in der Empfangsstation nach dem Gehör vom Telegraph abgelesen werden muss. Dazu wird nämlich der Druckhebel *H* ganz festgestellt und das Laufwerk zum Stillstehen gebracht; der Ankerhebel des Elektromagnets *S* macht dann durch sein Anschlagen die kürzeren und längeren Stromsendungen durch helles und dumpferes Anschlagen hörbar, ganz nach Art der Klopfer (S. 547). Im gebenden Amte könnte man dabei jede beliebige Taste benutzen, Lucchesini bevorzugt aber die Taste des „*M*" und markirt deshalb die zu ihr gehörige Contactplatte des Vertheilers mit „*M*", damit die Contactfeder (vgl. XXXIV.) bequem auf diese Platte eingestellt werden kann.

wird. Der Elektromagnet und der Hufeisenmagnet sind auf einer an das Triebwerkgehäuse angeschraubten Platte untergebracht, der Hufeisenmagnet lässt sich jedoch in einer Führung mittelst eines auf eine Schraube aufgesteckten Schlüssels horizontal hin und her bewegen und so dem Kerne mehr oder weniger nahe bringen, dadurch aber die Stärke der magnetischen Anziehung und Abstossung reguliren.

XXXIII. **Die Typenräder.** Die Typen sind auf zwei durch drei Schrauben mit einander verbundene Typenräder (T_1 und T_2 in Fig. 574 und 575) vertheilt, und zwar ist das eine Typenrad blos mit den Buchstaben, das andere mit den Ziffern und Satzzeichen besetzt. Die beiden Typenräder sind so gross, dass zwei (oder mehr) volle Folgen von Buchstaben darauf Platz haben; die Anzahl der vorhandenen Interpunktionszeichen dagegen ist eine ziemlich beschränkte. Unter den Buchstaben sind ausserdem die Vocale **A**, **E**, **I** und **O** zweimal vorhanden, wie ja bei den Zeigertelegraphen eine derartige Wiederholung

Fig. 565.



einzelner Buchstaben ganz gewöhnlich war und ist. In den Sprachen, welche den Buchstaben **W** enthalten, soll auch das **U** auf den Typenrädern doppelt vorkommen, und deshalb die Zahl der Typen oder Felder in jeder Folge eines Typenrades, die sonst nur 32 beträgt, auf 34 erhöht werden, so dass also die mit zwei Folgen besetzten Räder jedes 68 Felder besitzen.

Unter den 32 (bez. 34) Feldern jeder Folge befindet sich ein leeres Feld; dasselbe bildet eine breitere Vertiefung zwischen den beiden benachbarten Typen (vgl. Fig. 576 oben) und kommt beim Figurenwechsel zur Verwendung, wie in XXXVII. angegeben werden wird.

Unter den 32 (bez. 34) Feldern jeder Folge befinden sich ferner zwei mit Punkten besetzte. Diese Punkt-Typen sind aber nicht den Schlusspunkt (.) zu drucken bestimmt, denn dieser steht im Ziffern-Typenrade gegenüber der Stelle des „Z“ im Buchstaben-Typenrade[16]);

[16]) Demgemäss steht in der später zu besprechenden Claviatur des Gebers der Schlusspunkt mit dem „Z“ auf einer Taste.

sie dienen vielmehr zur Erzeugung der Zwischenräume zwischen zwei Wörtern oder zwei Ziffergruppen des Telegramms, und deshalb mögen diese beiden Punkte mit dem Namen „Trennpunkte“ belegt werden. Die zweite Trennpunkt-Type liegt neben dem leeren Felde, oder genauer zwischen dem leeren Felde und der „Z“-Type, und auf diese Type werden die Typenräder der beiden Stationen zu Anfang des Telegraphirens eingestellt und auch, wenn etwa während des Telegraphirens die Uebereinstimmung der Typenräder der beiden Telegraphen verloren gegangen sein sollte und wiederhergestellt werden muss.

Die beiden Typenräder desselben Telegraphen sind natürlich so mit einander verbunden, dass sowohl die leeren Felder als die Trennpunktfelder in beiden einander gegenüberstehen.

XXXIV. **Die Stromsendung.** Das die Typenräder und die übrigen Theile in Umlauf setzende Triebwerk besitzt als Regulator ein konisches Pendel[17]) an einem aufrecht stehenden, mit dem Triebwerkgehäuse fest zu verbindenden Träger. Das Treibgewicht wiegt nur 30 bis 35 kg; die Bewegung wird von der Kettenradaxe durch drei Räderpaare auf die Axe der beiden Typenräder übertragen. Durch ein Kegelräderpaar wird, ähnlich wie beim Typendrucker von Hughes, die Umdrehung der horizontalen Typenradaxe auf eine verticale Axe übertragen, welche, entsprechend der Schlittenaxe im Hughes (XIV.), einen Arm mit einer Contactfeder trägt, welche über einer Vertheilerscheibe mit 32 (bez. 34, falls die Typenräder in jeder Folge 34 Felder besitzen) radial gestellten, gegen einander isolirten Contactplatten gleichmässig umläuft.

Die Stromgebung sollen aber nicht diese Contactplatten allein, sondern in Gemeinschaft mit den 32 (bez. 34) Tasten einer Claviatur bewirken. Die Tasten sind ganz ähnlich wie der Morse-Taster eingerichtet; wenn sie niedergedrückt werden, führen sie den Strom aus der an den Contactamboss der Tasten gelegten Linienbatterie einem von ihrer Axe nach der zugehörigen Contactplatte führenden Draht und im Augenblicke, wo die Contactfeder über letztere hinwegstreicht, der Telegraphenleitung zu[18]).

Weil auf jedem Typenrade zwei (oder mehr) Folgen von Zeichen angebracht sind, so gehört jede Taste zu zwei (oder mehr) dasselbe Zeichen druckenden Feldern desselben Typenrades, je einem in jeder Folge, und es muss natürlich die Contactfeder zwei- (oder mehr) mal soviel Umläufe über der Vertheilerscheibe machen, als die Typenräder. Für die Dauer der einzelnen Stromgebungen verlangt Lucchesini nur $^1/_{50}$ bis $^1/_{60}$ Secunde.

[17]) Mit vertical hängender Tonnenfeder; vgl. S. 669 Anm. 12.

[18]) Somit erkauft Lucchesini die Beseitigung der Stösse am Schlitten des Hughes durch Zulassung einer doppelt so grossen Anzahl von Contactstellen.

Die Claviatur hat gewöhnlich 32 Tasten; jede Taste dient zugleich für einen Buchstaben und eine Ziffer oder ein Interpunktionszeichen; die betreffenden beiden Schriftzeichen sind auf jede Taste aufgeschrieben. Eine und dieselbe, den sämmtlichen leeren Feldern entsprechende Blanktaste wird beim Figurenwechsel in beiden Fällen benutzt; zur Erzeugung der zwischen zwei Wörtern oder Zifferngruppen befindlichen Zwischenräume (und zur Einstellung) dienen die zwei Trennpunkt-Tasten (bez. die eine; vgl. XXXIII.).

XXXV. **Das Drucken und die Papierbewegung.** An dem Rahmen R des Elektromagnetes (XXXII.) ist ein Häkchen h_1 angeschraubt,

Fig. 566.

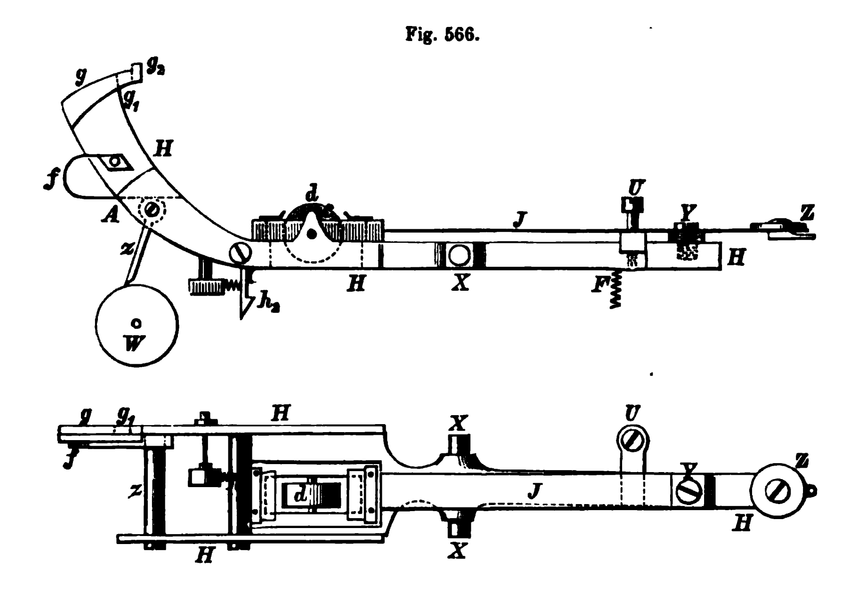


Fig. 567.

welches sich, so lange der Eisenkern vom Hufeisen angezogen ist, in ein zweites Häkchen h_2, Fig. 566 und 567, einhakt, welches an dem Druckhebel H so angebracht ist, dass es nach links, wenn nöthig, ein wenig ausweichen kann, während es durch eine Feder nach rechts gegen einen Anschlag gedrückt wird. Wird aber bei Ankunft eines Telegraphirstromes in der Spule S der Rahmen R mit dem Eisenkerne vom Hufeisenmagnet abgestossen, so hakt sich h_1 aus h_2 aus, und nun vermag die nicht zu kräftige Feder F nahe am rechten Ende des Hebels H denselben um seine Axe X zu drehen, wobei dann die auf dem Druckhebel H ruhende Druckwalze d den in einer passenden

Führung über sie hinweggeleiteten, 6 bis 7 mm breiten Papierstreifen mit empornimmt, gegen eins der beiden über d umlaufenden Typenräder schlägt und im Fluge den Abdruck der eben eingestellten Type veranlasst.

Wird später, nach Aufhören des Stromes und nachdem der eben telegraphirte Buchstabe bereits gedruckt worden ist, der Druckhebel H mit seinem linken Ende durch Vermittelung des Triebwerkes wieder nach unten bewegt, damit sich H durch h_1 wieder an h_2 fange, so fasst die Klinke z mit der Schneide an ihrem unteren Ende den Papier-

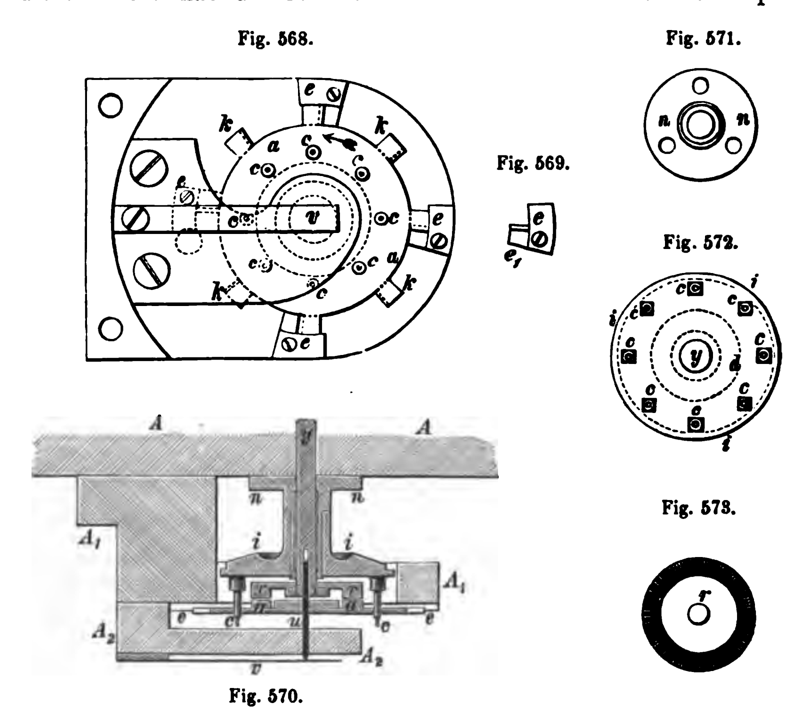


Fig. 570.

streifen zwischen sich und der Walze W und zieht ihn um die Breite eines Buchstabens fort. Die Klinke z ist drehbar am Hebel H befestigt und besitzt oben eine ebene Fläche, auf welche sich die Feder f auflegt; beim Niedergehen hebt die links liegende Kante dieser Ebene die Feder f ein wenig und spannt sie, so dass dieselbe beim nächsten Emporgehen des Hebels H die Klinke z mit ihrer Schneide ein wenig nach rechts hin zu drehen vermag, damit sie von Neuem den Papierstreifen zu fassen in den Stand gesetzt wird.

Die Zurückführung des Druckhebels behufs der Wiedereinlösung an dem Häkchen h_1 vermittelt das Triebwerk (vgl. XXXIV.). Das

Niederdrücken des zum Drucken emporgegangenen linken Endes des Druckhebels H besorgt stets einer der 8 Stifte c, Fig. 568, 570, 572, welche auf der Stirnfläche einer Scheibe i angebracht sind und zur rechten Zeit auf die obere Fläche g am linken Ende des Druckhebels wirken. Die Scheibe i ist lose auf eine an die Apparatwand A angeschraubte Hülse n, Fig. 570 und 571, aufgesteckt, durch welche die Axe y hindurchgeht. Auf dieser durch ein Räderpaar von der Axe q, Fig. 575, der Typenräder aus in beständiger Umdrehung erhaltenen Axe y sitzt am freien Ende fest ein Scheibchen r, Fig. 573 und 570, das auf seiner von i abgewandten Stirnfläche mit feinen radialen Zähnen versehen ist; r gegenüber befindet sich ein zweites Scheibchen a, Fig. 570 und 568, welches mit seinen Zähnen in die Zähne von r eingreifen kann und dies thut, sobald eine in der Axe y und in einem Bügel A_2 gelagerte Axe u von der auf sie beständig drückenden Feder v in das Innere der Axe y nach rückwärts verschoben werden kann.

Geschieht letzteres, so ist zunächst y durch r mit a gekuppelt; da aber die Stifte c durch die Scheibe a hindurchgreifen, so müssen nun auch sie nebst der Scheibe i an der Bewegung von y theilnehmen, und dabei streicht der unterste derselben über die Fläche g des Druckhebels H hin, drückt den Hebel H mit seinem linken Ende nieder und tritt endlich von oben in den Schlitz oder die Nuth g_1 neben dem Vorsprunge g_2 ein. Bis zu diesem Momente haben die Scheiben r und a seit der Kuppelung gerade $^1/_8$ Umdrehung gemacht, und jetzt werden sie wieder entkuppelt.

Zu diesem Zwecke sind an der Scheibe a gegenüber den acht Löchern für die Stifte c acht Vorsprünge k, Fig. 568, deren nach r hingewandte Rückfläche anfangs in der dem Pfeil in Fig. 568 entgegengesetzten Richtung schräg ansteigt und schliesslich in eine nur schmale, zur Stirnfläche der Scheibe a parallele, zur Axe y daher normale Fläche übergeht. Auf die Aussenfläche aber des an der Apparatwand A sitzenden Gehäuses A_1, Fig. 570, das in seiner Ringöffnung die Scheiben i, r und a schützend birgt, sind einander paarweise gegenüber vier Aufsatzstücke e, Fig. 569, anfgeschraubt, welche jedes ebenfalls, jedoch in entgegengesetzter Richtung auf einander folgend, erst eine schräg aufsteigende Fläche e_1, Fig. 569, und dann eine an diese sich anschliessende, zur Stirnfläche der Scheibe a parallele Fläche besitzen. Ueber die Flächen der vier Keilstücke e müssen abwechselnd vier von den acht Vorsprüngen k dann hinwegstreichen, wenn a von r mitgenommen wird. Zunächst laufen die betreffenden vier Vorsprünge k mit ihren schrägen Flächen auf die schräg stehenden Flächen e_1 der vier Keilstücke e auf und werden dadurch sammt der Scheibe a so weit nach A_2 hingedrängt, dass a aus den Zähnen von r herausgedrängt und entkuppelt wird,

wobei dann die vier Vorsprünge *k* mit ihren schmalen normalen Flächen auf den schmalen parallelen Flächen der vier Aufsatzstücke *e* sitzen bleiben und dies gerade in dem Augenblicke, wo der eben über die Fläche *g* hinwegegangene unterste Stift *c* in die Nuth g_1 eingetreten ist.

Bei dem nächsten Drucken drückt dann der mit seinem linken Ende emporgehende Druckhebel *H* gegen den zuletzt beim Einlösen des Druckhebels wirksam gewesenen und noch in der Nuth g_1 befindlichen Stift *c* und drängt ihn ein kleines Stückchen vorwärts; diese kleine Drehbewegung, welche mit *c* natürlich nicht nur die Scheibe *i*, sondern auch die Scheibe *a* mitmacht, reicht gerade hin, um die Scheibe *a* mit den schmalen, zur Stirnfläche von *a* parallelen Flächen ihrer vier eben auf den zu den genannten Flächen parallelen Flächen der vier Keilstücke *e* ruhenden Vorsprünge *k* über die genannten Flächen der Keilstücke *e* vollends hinweg zu rücken; während dies aber geschieht, tritt der erwähnte Stift *c* selbst unten aus der Nuth g_1 heraus und geht gleich darauf unter dem Vorsprunge g_2 hin. Zufolge jener kleinen Drehung vermag aber jetzt weiter die Blattfeder *v* die Scheiben *a* und *r* zu küppeln, und *a* und *i* machen, vom Triebwerk getrieben, wiederum eine Achtelumdrehung, bis schliesslich der nächstfolgende der Stifte *c* über *g* hinstreicht und sich in der Nuth g_1 fängt.

Die den Druckhebel *H* einlösenden Theile sind sehr leicht, und die Stifte *c* wirken bei ihrem Druck gegen *H* an einem grossen Hebelarme; deshalb vollzieht sich die ganze Einlösung sehr leicht und ohne merklichen Stoss.

Die Einlösung vollzieht sich aber auch sehr rasch, weil zu ihr nur $^1/_8$ Umdrehung der Scheiben *a* und *i* erforderlich ist; deshalb ist weiter die Drehung der Typenräder, von deren Axe *q* aus ja erst die Scheiben *a* und *i* getrieben werden, während der Zeit, welche zum Abdruck eines Zeichens auf den Papierstreifen erforderlich ist, nur verhältnissmässig klein, ebenso auch die gleichzeitige Drehung des Contactarmes, und daher kommt es, dass man bei diesem Telegraphen, von einer niedergedrückten Taste aus gerechnet, bereits die zweitnächste Taste drücken darf, also bei dem nämlichen Umlaufe der Typenräder zwei Zeichen zu drucken vermag, welche nur durch ein einziges zwischen ihnen stehendes Zeichen getrennt sind. Die Leistungsfähigkeit des Lucchesini'schen Telegraphen könnte daher unter übrigens gleichen Umständen die des Hughes natürlich in weit stärkerem Verhältniss als 5 : 2 übertreffen (vgl. XXX.).

XXXVI. **Die Einstellung der Typenräder und die Correction.** Die Verbindung der Typenräder T_1 und T_2, Fig. 574 und 575, mit einander, mit dem Correctionsrade *C* und mit der Triebwerksaxe *q* hat Lucche-

sini auch wesentlich anders gewählt als Hughes. Auf der Axe q ist zunächst die Scheibe r_1 (vgl. XXXVII.) mittelst der Schraube q_2 befestigt; die Nabe der Scheibe r_1 ist excentrisch gebohrt, damit die Schraube q_2 besser fasse. Gegen die Scheibe r_1 wird durch die in q vorn eingeschraubte Schraube q_1 das Sperrrad P, die zweitheilige Hülse $b_1 b_2$, das Correctionsrad C und die hinter C befindliche, lose auf q aufgesteckte, mit ihrem äusseren Umfange sich gegen C, mit ihrem kleineren inneren dagegen sich gegen r_1 stemmende, gewölbte und federnde Scheibe B angepresst. Die Uebertragung der Bewegung von q auf C und die Hülse $b_1 b_2$ vermittelt also ausser der Reibung zwischen diesen letzteren Theilen gegen q zugleich die Scheibe B; r_1 lässt sich entlang q verstellen und dadurch der Reibung an B die richtige Grösse geben.

Fig. 574.

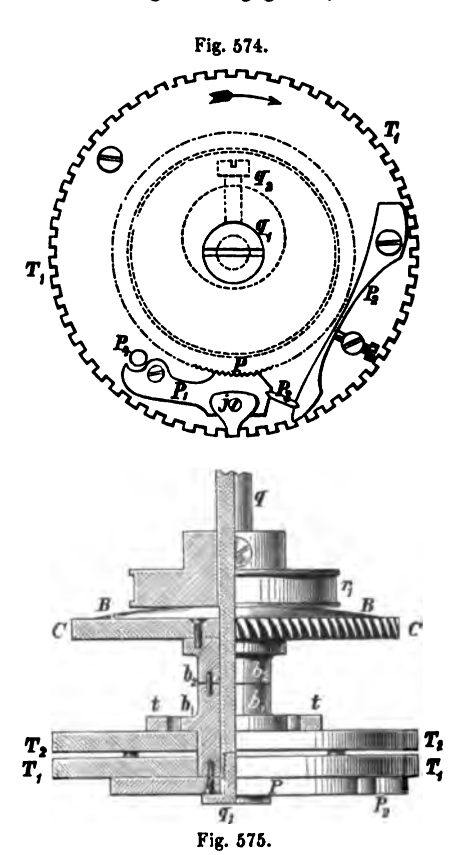


Fig. 575.

Die beiden Typenräder T_1 und T_2 sind durch drei Schrauben mit einander fest verbunden, sie sitzen aber lose auf b_1 und nehmen deshalb an der Bewegung nur Theil, wenn die an T_1 festgeschraubte Sperrklinke P_1 von der mittelst einer Schraube regulirbaren Feder P_2 mittelst des Stiftes oder Stäbchens P_3 in die Zähne des Sperrrades P eingedrückt wird. Das Correctionsrad C ist mit drei Schrauben auf den hinteren Theil, das Sperrrad P aber auf den vorderen Theil der Hülse $b_1 b_2$ festgeschraubt; diese Hülse ist zwar zur Erzielung grösserer Bequemlichkeit bei Verbindung und beim Auseinandernehmen der Theile aus zwei Theilen b_1 und b_2 hergestellt; diese beiden Theile sind aber durch drei eingesteckte Stifte mit einander verbunden.

Wird nun die Klinke P_1 so weit gesenkt, als es ihr der links stehende Anschlagstift P_4 gestattet, so werden die Typenräder von $b_1 b_2$

nur noch durch die Reibung mitgenommen und bleiben stillstehen, sobald die Nase an dem auf der Rückseite von T_1 aufgeschraubten Ringe t gegen die Nase an der unteren Seite des Armes D_2, Fig. 576 und 577, des Hebells $D_1D_2D_3$ stösst, welcher bei D auf ein Säulchen an der Apparatwand A aufgeschraubt ist, und dessen vor T_1 liegender Arm D_1, wenn der Arm D_3 nach oben gedrückt wird, den Sperrkegel P_1 aus P ausrückt, indem er ihn an dem auf ihn aufgeschraubten Ansatze j erfasst.

Mittelst des Hebels $D_1D_2D_3$ lässt sich daher die Einstellung

Fig. 576.

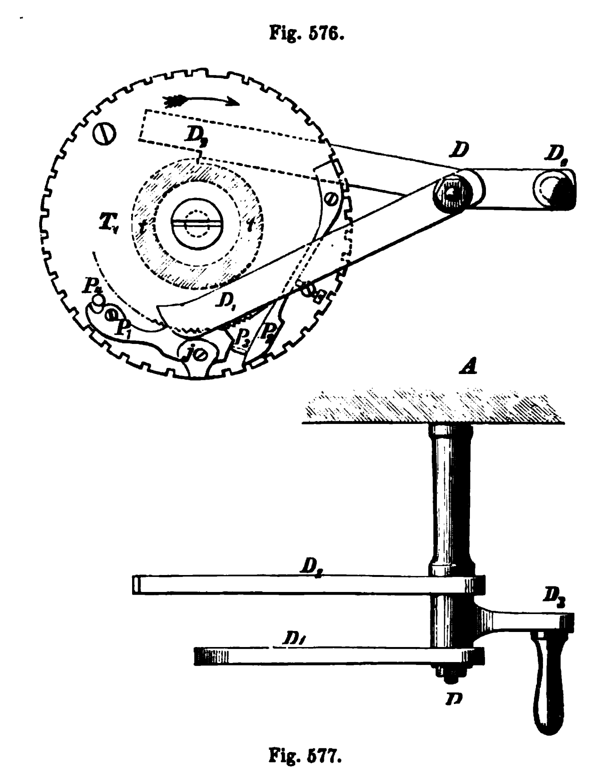


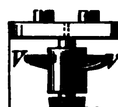
Fig. 577.

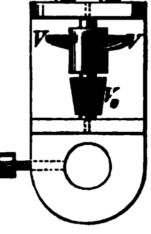
der Typenräder auf das zwischen dem leeren Felde und der Z-Type gelegene Trennfeld bewerkstelligen; nachdem die Typenräder zum Stillstehen gebracht worden sind, ist dann nur die zweite Trennpunkt-Taste des einen Amtes zu drücken, damit beim Drucken dieses Trennpunktes in beiden Aemtern der emporgehende Druckhebel H mit der in Fig. 566 vor der Druckwalze d sichtbaren Nase c durch j nicht nur D_2 vor der Nase an t hinwegstosse, sondern gleichzeitig auch P_1 in P einlege und so T_1 und T_2 wieder mit der Hülse b_1b_2 kuppele.

Bei der vorstehend beschriebenen Verbindungsweise der Theile werden bei der Einstellung nicht die sämmtlichen sonst zugleich mit den Typenrädern umlaufenden Theile, sondern blos die Typenräder allein zum Stillstehen gebracht und wieder in Bewegung gesetzt, also eine wesentlich kleinere Masse und deshalb auch unter wesentlich schwächeren Stössen.

Die von Lucchesini gewählte Verbindungsweise der Typenräder T_1 und T_2 mit dem Correctionsrade C, der Hülse $b_1 b_2$ und der Axe q bedingte gegenüber dem Hughes ferner noch eine Abweichung in der Ausführung der Correction, d. h. in der Richtigstellung der Typenräder gegenüber der Druckwalze vor jedem einzelnen telegraphischen Drucken. Es mussten nämlich die Zähne von P und P_1 so geformt werden, dass das Sperrrad P und die Sperrklinke P_1 in keiner Richtung über einander gleiten können, dass vielmehr eine jede dem ein wenig vorausgeeilten oder zurückgebliebenen Correctionsrade C und der Hülse $b_1 b_2$ ertheilte Correctionsbewegung auf der Axe q durch das Rad P und die Klinke P_1 auf die Typenräder T_1 und T_2 übertragen werden muss, mag C auf q dabei vorwärts oder rückwärts gedreht werden. Natürlich besitzt das Correctionsrad C genau so viel Zähne, als jedes Typenrad Felder. Die Correction besorgt übrigens eine kleine, auf verticaler Axe sitzende, nur aus zwei Viertelgängen V, V (Fig. 578 und 579) bestehende zweigängige Schraube; das auf der Schraubenaxe sitzende kleine Getriebe V_0 erhält seine Bewegung von einem viermal so grossen, mit der Scheibe i (Fig. 570) aus dem Ganzen gearbeiteten Rade; für gewöhnlich lässt die Schraube das auf seiner Mantelfläche mit Schraubenradzähnen besetzte Correctionsrad C zwischen ihren beiden Flügeln V, V frei hindurchgehen, vor jedem Drucken eines Zeichens dagegen macht V_0 eine halbe Umdrehung, d. h. ein Flügel V streicht corrigirend zwischen den Zähnen von C hindurch. Der Eintritt in diese Zähne ist den Flügeln durch ihre keilförmige Zuschärfung erleichtert, und so sind auch hier Stösse möglichst vermieden. Die Wirkung dieser in der Richtung der Axe des Correctionsrades durch die Zähne desselben hindurchstreichenden Schraube auf diese Zähne erfolgt namentlich anscheinend weit sanfter, als die des Correctionsdaumens im Typendrucker von Hughes und die ähnlicher Correctionseinrichtungen anderer Typendrucker.

Fig. 578.





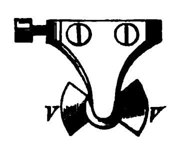


Fig. 579.

XXXVII. **Der Figurenwechsel.** Da die beiden Typenräder T_1 und T_2 (Fig. 574 und 575) nicht auf ihrer Axe q verschiebbar sind,

und da auch ihre Axe q selbst sich nicht verschieben lässt, so muss die Druckwalze d nebst dem Papierstreifen und dessen Führung unter den Typenrädern hin und her bewegt werden, wenn vom Drucken der Buchstaben zum Drucken der Ziffern oder umgekehrt übergegangen werden soll. Deshalb durfte die Druckwalze d nicht fest mit dem Druckhebel H verbunden werden; sie wurde vielmehr an einer Blattfeder J, Fig. 566 und 567, angebracht, welche sich um eine nahe an dem rechten Ende des Druckhebels H in diesem sitzende Schraube Y drehen kann. Am rechten Ende der Blattfeder J aber ist ein kleines Röllchen Z angebracht, welches von einer auf die Blattfeder J wirken-

Fig. 580.

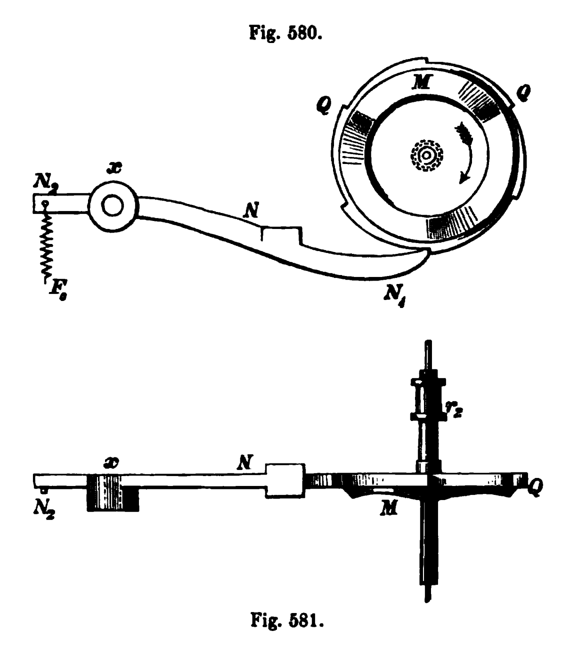


Fig. 581.

den Feder beständig nach hinten, nach dem Apparatgestell hin, gezogen und an die Stirnfläche eines Sperrrädchens M, Fig. 580 und 581, angepresst wird. Auf der Mantelfläche dieses Rädchens M sind 6 Sperrzähne Q angebracht, und in diese wird ein um die Axe x drehbarer Sperrkegel N durch eine an einer Verlängerung des Hebels N angreifende Spiralfeder F_0 eingelegt und hindert, so lange dies der Fall ist, dass mittelst eines um die Rolle r_2 auf der Axe des Rädchens M und um eine zweite Rolle r_1, Fig. 575, auf der Axe q der Typenräder gelegten dünnen Stahlbandes ohne Ende die Bewegung von der Typenradaxe auf das Rädchen M übertragen wird. Auf der Stirnfläche des Rädchens

M sind entsprechend den 6 Sperrzähnen *Q* drei wellenförmige Erhöhungen und Vertiefungen angebracht. Stemmt sich nun das Röllchen *Z* an *J* gegen eine dieser drei Erhöhungen, so wird die Druckwalze *d* unter das hintere (T_2) der beiden Typenräder gestellt; stemmt sich dagegen *Z* gegen eine der drei Vertiefungen, so befindet sich die Druckwalze *d* unter dem vorderen Typenrade T_1. Um also den Figurenwechsel durchzuführen, braucht in beiden Fällen, d. h. sowohl wenn vom Buchstabendruck zum Zifferndruck, wie wenn von letzterem zum Buchstabendruck übergegangen werden soll, nur der Sperrkegel *N* aus den Zähnen *Q* des Rädchens *M* ausgehoben zu werden. Nach jeder Aushebung des Sperrkegels *N* aus diesen Zähnen dreht sich nämlich das Rädchen *M* stets um $^1/_6$ seines Umfanges, weil vor der Vollendung dieser Drehung sich *N* schon wieder in die Zähne *Q* einlegt. Der Figurenwechsel kann daher von dem gebenden Amte stets durch Niederdrücken derselben Taste, der Blanktaste, herbeigeführt werden. Wenn nämlich die niedergedrückte Blanktaste den Telegrapirstrom entsendet, so erfolgt in dem gebenden und in dem empfangenden Amte der Druck, mag zur Zeit die Druckwalze *d* unter T_1 oder unter T_2 liegen, stets an einer leeren Stelle eines Typenrades, und hierbei vermag der Druckhebel *H* links ein wenig höher emporzugehen als beim Drucken eines Zeichens; demgemäss senkt sich *H* dabei rechts ein wenig tiefer und hebt mittels der an ihm an einem Vorsprung angebrachten Schraube *U*, Fig. 566 und 567, welche dabei auf eine Fläche an *N* auftrifft, den Sperrkegel *N* auf kurze Zeit aus den Zähnen *Q* des Rädchens *M* aus und leitet so den Figurenwechsel ein.

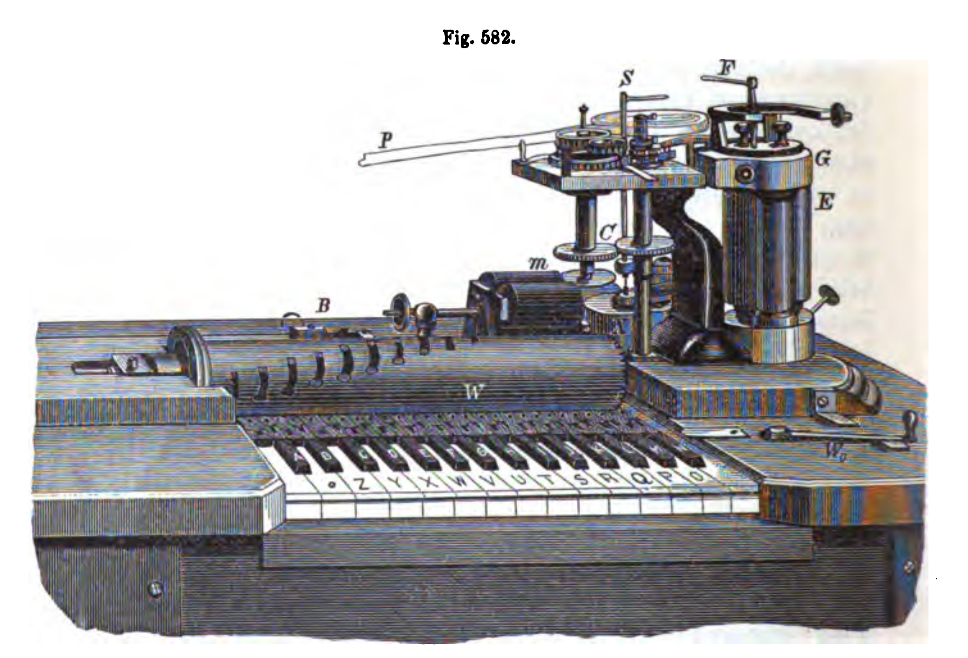
3. *Der amerikanische Combinations-Typendrucker.*

XXXVIII. **Allgemeines.** Nach dem Ankaufe der von Hughes in den Vereinigten Staaten genommenen Patente durch die American Telegraph Company bemühte sich Georg M. Phelps in Troy, der Mitarbeiter von Hughes (vgl. Handbuch, 1, 343), einen den amerikanischen Bedürfnissen angepassten Typendrucker aus denen von House (vgl. Handbuch, 1, 306) und von Hughes zu entwickeln, und durch seine wesentlich mit dem Jahre 1859 abgeschlossenen durchgreifenden Aenderungen an jenen ist ein fast ganz neuer Telegraph (the American combination printing telegraph) entstanden, welcher schnell ausgedehnte Anwendung auf den wichtigeren Linien zwischen Boston, Albany, Neuyork, Philadelphia und Washington fand. Die meisten der damals aufgestellten Telegraphen arbeiteten noch 1876, ohne dass wesentliche Ausbesserungen an ihnen nöthig gewesen wären. Dieser Telegraph hat auf den Linien der Western-Union Telegraph Company jahrelang mit 190 Umdrehungen

in der Minute gearbeitet; seine Leistung übersteigt die des Hughes. Einmal wurden auf ihn 670 gewöhnliche Handelstelegramme von mittlerer Länge voll ausgedruckt zwischen Vormittags 9 Uhr und Nachmittags 5 1/2 Uhr von Neuyork nach Philadelphia befördert und dabei die Leistungsfähigkeit noch nicht erschöpft, da die Linie noch eine Zeit lang unbenützt blieb.

Fig. 582 gewährt ein Bild von der Anordnung dieses Telegraphen (vgl. Journal of the Telegraph, Bd. 9, New York 1876, S. 162; Prescott, Electricity, S. 643), welcher ebenfalls mit Synchronismus arbeitet. Die Laufwerke sind mit einem elektromagnetischen Regulator ausgerüstet,

Fig. 582.



dessen Axe mit der des Typenrades im Eingriffe steht. Der Regulator besteht aus einem schnell umlaufenden schweren Eisencylinder, von welchem ein Stück ausgeschnitten und auf einer kräftigen Feder angebracht ist (vgl. XLI.). Wenn dieser Ausschnitt in Folge der die Feder überwältigenden Centrifugalkraft nach aussen bewegt wird, so wirkt er auf eine Reihe unter sich verbundener Hebel, hebt einen verticalen Stab in der hohlen Regulatoraxe und presst denselben gegen das untere Ende der stehenden Spindel *S*; dadurch aber wird eine Localbatterie geschlossen, der vom Localstrome durchlaufene Elektromagnet *m* zieht seinen Anker an und drückt eine Reibungsbremse gegen eine umlaufende

Walze im Geber, deren Geschwindigkeit sich demnach verringert. Anderseits wird bei der geringsten Verminderung der Geschwindigkeit der Localstrom unterbrochen, und die Bremse lässt los. So kann man durch Höher- oder Tieferstellen der Spindel S, die dazu mit einer Schraube ausgerüstet ist, die Laufgeschwindigkeit innerhalb beliebiger Grenzen gleich erhalten.

XXXIX. **Der Geber** enthält eine Claviatur mit 28 Tasten. An jeder Taste ist ein metallener Hebel angebracht, welcher sich rückwärts bis unter die hinter der Claviatur liegende horizontale Walze W erstreckt. Jeder der 28 Hebel ist nach der Seite ein wenig biegsam, in verticaler Richtung dagegen völlig starr; nach oben zu läuft er in einen winkelförmigen Knauf aus. Die Senderwalze W wird an ihrem linken Ende durch einen Schnurlauf von einem Schwungrade mit Kurbel oder Fusstritt, oder mittels Dampfkraft in schnellem Umlauf erhalten. Auf ihrer Mantelfläche befindet sich in einer Schraubenlinie für jede Taste ein Schlitz eingearbeitet, in welchen zur rechten Zeit der Knauf des Hebels an der zugehörigen Taste eintreten kann, wenn die Taste niedergedrückt wird. Da die Schlitze aber sämmtlich seitwärts gekrümmt sind, so drückt jeder seinen Hebel, kurz nach dessen Eintreten, etwas zur Seite, verschiebt dadurch zugleich eine mit allen Hebeln verbundene Gleitstange seitwärts und bringt so zwei Platincontacte mit einander in Berührung, wodurch der Telegraphir-Stromkreis geschlossen wird und geschlossen bleibt, während der Knauf des Tastenhebels in dem geraden Theile des Schlitzes vollends hingeht.

An ihrem Ende rechts ist die horizontale Senderwalze durch Kegelräder mit der stehenden Hauptwelle verbunden, von welcher die Bewegung durch Zahnräder C auf die Axe des Typenrades übertragen wird.

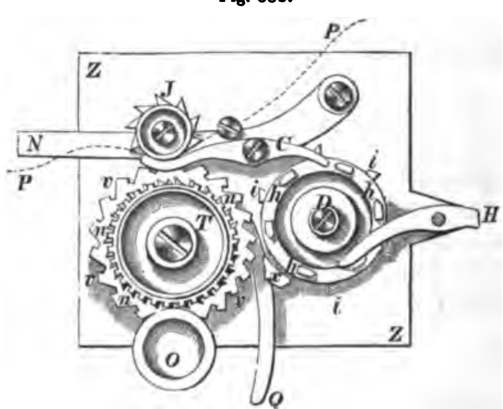
XL. **Der Empfänger** besitzt einen aufrecht stehenden Elektromagnet E, welcher früher unmittelbar in die Linie eingeschaltet wurde, meist aber mit Hülfe eines gewöhnlichen Morse-Relais arbeitet. Der Anker dieses Elektromagnets bewegt ein Cylinder-Ventil in einer Luftkammer G, welches an einem durch die Schraube F regulirbaren Stahldrahte hängt, dem im House'schen Typendrucker ganz ähnlich ist und comprimirte Luft auf einen Kolben wirken lässt, welcher den Fanghebel H, Fig. 583, bewegt.

Das Druckrad D liegt oberhalb der horizontalen Platte Z; es sitzt mittels Reibungskuppelung auf der stehenden Hauptwelle X, welche von der Senderwalze W in Umdrehung gesetzt wird. An seiner obern Stirnfläche, nahe am Umfange und in gleichem Abstande von einander, stehen 6 Stifte h vor. Ein Aufhalter am Ende des Fanghebels H fängt einen dieser Stifte, so oft der Stromkreis durch den Elektromagnet E des Empfängers unterbrochen wird, lässt ihn aber beim Schliessen des

Stromes sofort frei. Somit veranlasst jede vom Sender der telegraphirenden Station bewirkte Stromgebung ein Loslassen eines Stiftes, eine Sechstelumdrehung des Druckrades *D* und darauf das Fangen am nächsten Stifte. Während dessen dreht sich das Typenrad *T* ununterbrochen fort, da es durch Reibungskuppelung auf eine mit der Hauptwelle bei *C* (Fig. 582) in Eingriff stehende zweite Welle aufgesteckt ist. Wenn also das Druckrad *D* und das Typenrad *T* des Empfängers sich frei bewegen, so machen sie dieselbe Anzahl Umläufe wie die stromsendende Walze *W* des Senders, bewegen sich mit ihr synchron. Das Typenrad *T* hat auf seiner Mantelfläche 28 Typen sitzen; unter diesen aber befinden sich in zwei Kreisen noch die Zähne *v* und *n*; die Anzahl der Zähne in jedem Kreise gleicht der Zahl der Typen.

Das Drucken vollzieht sich nun in folgender Weise: Wenn das

Fig. 583.



Druckrad *D* durch den Elektromagnet *E* losgelassen wird, so macht es eine Sechstelumdrehung. Dabei tritt zunächst einer der 6 Zähne *i* auf der Mantelfläche des Druckrades *D* zwischen zwei der Zähne *v* am Typenrade *T* und bewirkt dadurch die Correction einer etwa vorhandenen, durch eine geringe Ungenauigkeit in der Wirkung des Regulators entsprungenen kleinen Unrichtigkeit in der Stellung des Typenrades *T*, indem er dieses auf seiner Axe ein wenig vor- oder zurückstellt. Dabei stösst zweitens einer der Stifte *h* auf dem Rade *D* den Schwanz des Hebels *C* (Fig. 583) zur Seite und bringt so den Papierstreifen *P*, welcher von der cylindrischen Druckpresse *J* getragen wird, in Berührung mit der Type, welche das Typenrad *T* eben an *J* vorbeiführt. Ein Zahnrad an der Presse unterhalb des Papiers kommt hierbei in Eingriff mit den Zähnen *n* am Typenrade, und so laufen beide mit einander um, so lange

das Papier und die Type sich berühren. Auf diese Weise wird der Streifen thatsächlich gerade zu der Zeit fortgerückt, während welcher das Aufdrucken erfolgt. Diese Art des Druckens ist vorzüglicher als die beim Hughes und liefert niemals verwischte oder unvollkommene Abdrücke der Buchstaben in Folge eines Mangels an vollständiger Uebereinstimmung zwischen den Bewegungen des Typenrades und der Presse während des Druckens. Die Typen werden von der Filzrolle *O* mit Farbe gespeist, welche sich in Folge der Berührung mit jenen umdreht.

Der Einstellhebel *Q* wird von dem empfangenden Beamten benützt, um das Typenrad auf „Null“ oder den „Punkt“ einzustellen, wenn das Telegraphiren beginnt. Bei der ersten Bewegung des Druckrades *D* wird er von einem der Stifte *h*, welche gegen einen Vorsprung *x* an seiner obern Seite stossen, bei Seite geschoben und dadurch das Typenrad *T* losgelassen.

Der Hebel *N* trägt die Presse *J* nebst Zubehör und wird beim Absenden eines Telegrammes zurückgeschlagen, so dass der Druckhebel *C* ausser Eingriff mit dem Druckrade *D* kommt.

4. *Phelps' Typendrucker mit Elektromotor.*

XLI. **Allgemeines.** Der in Fig. 584 abgebildete (vgl. Prescott, Electricity, S. 648; The Telegrapher, 1876, Bd. **12**, S. 289 ff.; Journal télégraphique, Bd. **3**, S. 550), gleich dem amerikanischen Combinations-Typendrucker von Georg M. Phelps erfundene Typendrucker mit Elektromotor wurde im Sommer 1875 von der Western Union Telegraph Company auf der Linie Neuyork — Washington eingeführt; derselbe wird wegen seiner Zweckmässigkeit und Leistungsfähigkeit bei grosser Billigkeit gerühmt und arbeitete z. B. auf der Linie Neuyork—Chicago (über 1600 km) mit voller Geschwindigkeit ohne Uebertragung. Auch er arbeitet mit Synchronismus, zu dessen Aufrechterhaltung ein Regulator vorhanden ist. Die Typen werden aber bei ihm nicht im Fluge abgedruckt, sondern es wird das Typenrad bei jedem Drucke für eine bestimmte kurze Zeit still gehalten, nach dem Drucke sodann selbstthätig wieder losgelassen; die Axe des Typenrades und die übrigen Räder des Laufwerkes laufen aber während des Stillstandes des Typenrades regelmässig fort. Dem entsprechend muss auch der Stromschliesser im Geber bei jeder Stromgebung eine eben so grosse Zeit lang still stehen bleiben, und es wird dabei jedes Zeichen durch einen einzigen Strom von stets der nämlichen Länge telegraphirt. Deshalb kann die Umlaufsgeschwindigkeit grösser sein als bei schrittweise umlaufendem Typenrade, während anderseits auch Buchstaben, die im Typenrade unmittelbar auf einander folgen, bei demselben Umlaufe gedruckt werden können. Das Typenrad und die

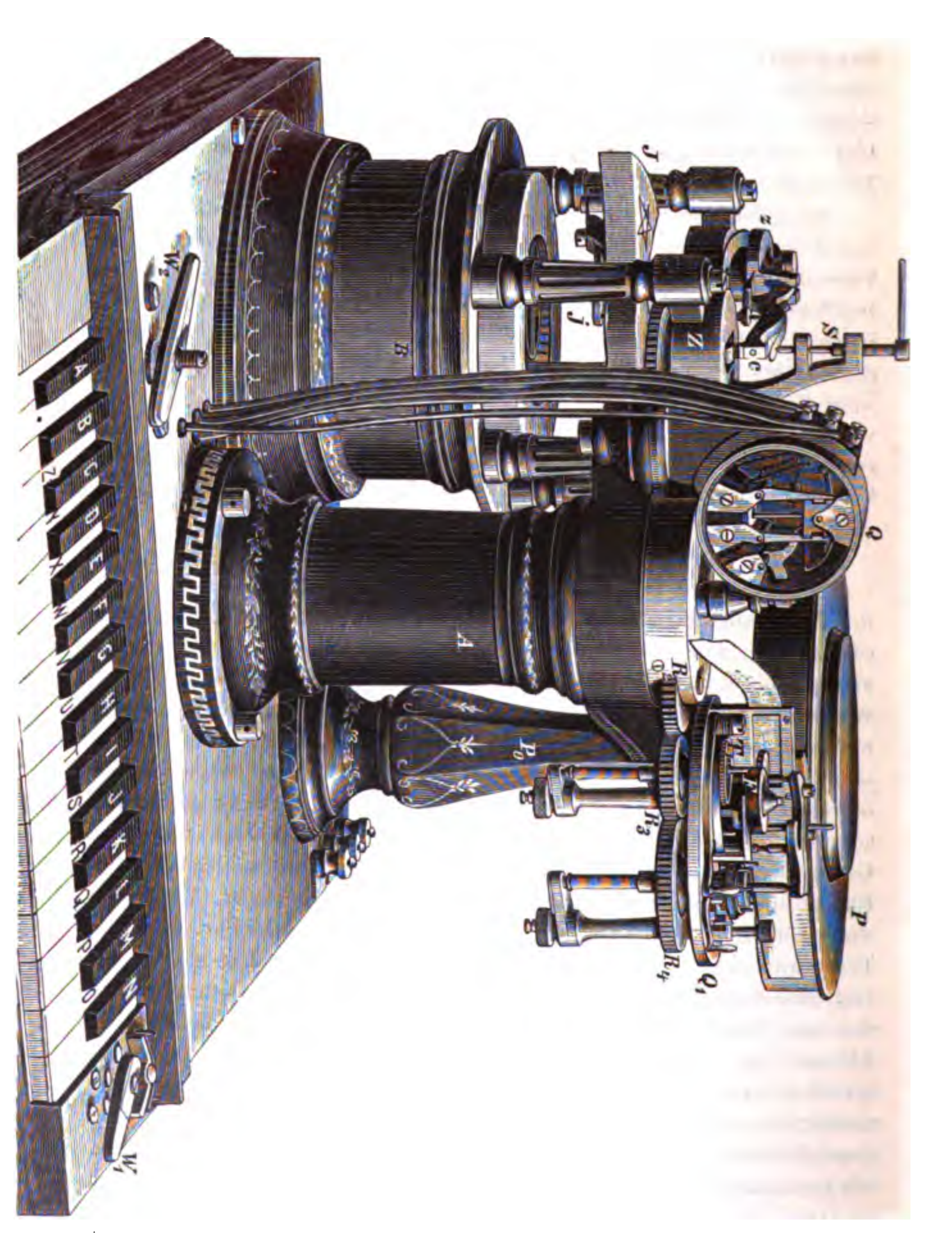


Fig. 584.

Druckvorrichtung, ebenso der Stromschliesser werden durch eine Localbatterie mittels eines Elektromotors in Gang gesetzt; zur Schliessung dieser Batterie dient der Umschalter W_2, welcher in Fig. 584 links neben der Claviatur zu sehen ist. Dies gestattet, gegenüber dem Hughes, die beweglichen Theile stärker zu machen, und erspart, gegenüber dem Combinationsdrucker, die Anwendung einer sehr grossen Triebkraft.

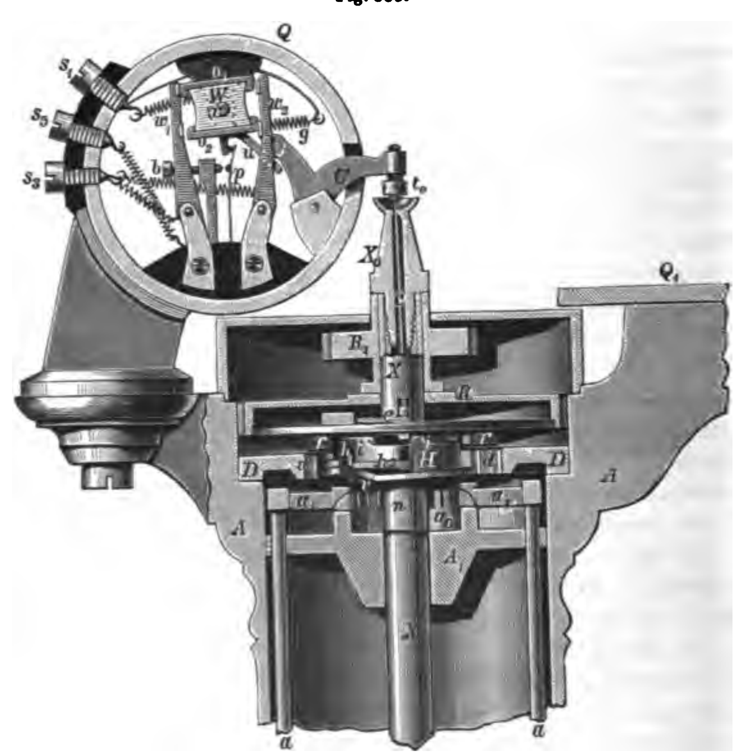
Es gehört schon viel Uebung dazu, dass der Telegraphirende die Tasten so schnell greift, als der Telegraph drucken kann. Bei einem Versuche wurden aus einem zufällig herausgegriffenen Zeitungstelegramm von Washington 290 Wörter (1634 Zeichen mit Einrechnung der Zwischenräume) in 5 Minuten abtelegraphirt. Eine nähere Untersuchung des Telegramms ergab, dass bei der in ihm vorhandenen Buchstabenfolge bei jeder Umdrehung des Typenrades im Mittel nur 2 Zeichen telegraphirt werden konnten. Bei normaler Geschwindigkeit macht nun der Telegraph in der Minute 166 Umläufe, druckt also 332 Zeichen (= 59,3 Wörter) in der Minute, wenn bei jedem Umlaufe zwei Tasten niedergedrückt werden.

Der die Triebkraft liefernde Elektromotor (vgl. Prescott, Electricity, S. 663; Journal of the Telegraph, Bd. **10** (1877), S. 1) ist nebst seinem Regulator auf derselben eisernen Grundplatte mit dem Telegraphen aufgestellt und in Fig. 584 links sichtbar. Er enthält in der Büchse *B* 8 im Kreise stehende Elektromagnete; im Innern des Kreises läuft eine Welle mit 5 Ankern aus weichem Eisen sehr rasch um, auf welche die Elektromagnete der Reihe nach wirken, da ein Commutator (mit $5 \times 8 = 40$ im Kreise angeordneten Contactfedern und einem an der Motorwelle excentrisch angebrachten und mit ihm umlaufenden, dabei sich auf dem innern Rande der Büchse wälzenden und durch die Reibung um seine Axe drehenden Contactrade) den Strom der Motorbatterie den Elektromagneten zuführt, wenn einer der 5 Anker sich ihnen nähert, den Strom aber unterbricht, sobald der Anker den Polen gegenüber ankommt. Den Strom liefert eine Batterie von 2 grossen Chromsäure-Elementen (vgl. Handbuch, **2**, 93); die Gläser derselben sind 750 mm hoch bei 225 mm Durchmesser; die Zinke haben 200 mm Durchmesser bei 15 mm Dicke; die beiden Kohlenplatten messen jede 152 mm und 200 mm und sind etwa 50 mm von einander entfernt. Diese Batterie treibt den Motor 15 Stunden hintereinander ohne Erneuerung der doppeltchromsauren Lösung. Ein Centrifugalregulator vermindert, wenn die Umlaufsgeschwindigkeit zu gross wird, die Stromstärke durch Unterbrechung eines Contactes mittels der Centrifugalkraft. Die Erhaltung der normalen Laufgeschwindigkeit wird also durch entsprechende Aenderung der T r i e b k r a f t erreicht. Um das Ueberspringen von Funken

zu verhüten, wird aber der Strom nie ganz unterbrochen, sondern nur die kurze Nebenschliessung eines entsprechend grossen, beständig im Stromkreise bleibenden Widerstandes. Ein Theil J des mit der Motorwelle durch einen seitlichen Träger, eine Art Kropf, verbundenen Schwungrades ist (wie in XXXVIII.) mit dem Hauptheile nur durch eine Blattfeder verbunden, kann daher durch die Centrifugalkraft nach aussen bewegt werden schiebt dabei mittels des Armes j einen in



Fig. 585.



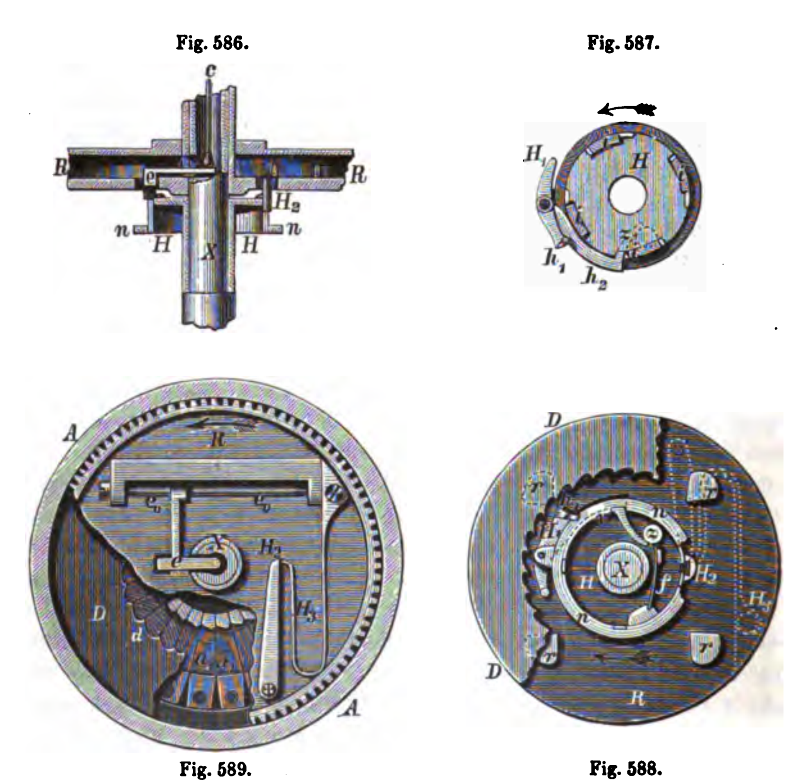
der Verlängerung des unteren Theiles der Motorwelle liegenden, die geometrische Axe des Schwungrades bildenden Stift nach oben und hebt dadurch einen von einer Feder getragenen, gegen das Apparatgestell isolirten Contactarm c, welcher durch eine Feder, deren Spannung mittels der Schraube S regulirt wird, nach unten gedrückt wird; für gewöhnlich ruht der Arm mit einem unten in ihn eingesetzten Platinstifte auf dem mit Platin belegten Rande einer sich langsam umdrehenden, mit ihrem unteren Theile in ein in der Platte Z angebrachtes Oelnäpfchen

eintauchenden Scheibe und stellt so eine kurze Nebenschliessung zu der Widerstandsrolle her, welche zwischen dem Contactarme und dem Apparatgestell eingeschaltet ist; diese Rolle befindet sich in einer Höhlung der Platte Z unterhalb des in Fig. 584 links sichtbar werdenden Zapfens und der isolirt auf diesen aufgesteckten Scheibe z, woran der Arm c durch die erwähnte Feder befestigt ist. Das Niedergehen des Armes c und dessen Druck auf die Contactscheibe begrenzt eine Stellschraube, welche durch einen Schlitz des nach oben gerichteten Fortsatzes der Scheibe z hindurch in den Arm c eingeschraubt ist, mit ihrem Kopfe aber hinter diesem Ansatze liegt. Die Drehung der Scheibe sorgt für einen stets guten und reinen Contact, das Oel vermindert die Reibung. Der Widerstand ist so gewählt, dass bei Unterbrechung des Nebenschlusses zufolge zu gross gewordener Umlaufsgeschwindigkeit die Stromstärke soweit sinkt, dass der Motor mit einer beträchtlich unter der normalen liegenden Geschwindigkeit umläuft.

Oberhalb des Kropfes der Motorwelle sitzt ein in Fig. 584 nicht sichtbares Rad, welches die Bewegung des Motors auf ein etwa viermal so grosses, in Fig. 584 unterhalb der Platte Z sichtbares Zwischenrad überträgt, das mit einem Rade R, Fig. 585, auf der Axe (X in Fig. 585) des Stromschliessers im Eingriffe steht.

XLII. **Der Geber.** Die schwere eiserne Grundplatte, welche die Apparattheile trägt, ruht auf einem 457 mm breiten und 584 mm langen hölzernen Untersatze. Die Claviatur enthält 28 Tasten: 26 für die Buchstaben, eine für den Punkt und eine leere Taste (dash-key); die rechts noch sichtbare, unbeschriebene weisse Taste ist eine blinde und wird nicht benutzt. Die Tasten stehen ganz wie beim Hughes (vgl. Fig. 545 S. 649), mit einer gleichen Anzahl von längeren Stiften a, Fig. 585 ($^1/_2$ nat. Gr.), in Verbindung, welche innerhalb der hohlen Säule A im Kreise herum stehen. Die Stifte a finden oben eine Führung in der Platte A_1 und unten in einer ähnlichen, im Fusse der Säule A liegenden Platte. Jeder Stift trägt oben einen sich nach innen zu erstreckenden und in einem der Schlitze des auf der Platte A_1 angebrachten Führungsringes a_0 ruhenden Arm a_1. Die nach innen gelegenen Enden der Arme a_1 bilden (wie dies Fig. 589 erkennen lässt) einen geschlossenen Kreis von etwa 38 mm Durchmesser. Diese Arme a_1 haben, wenn sie mit den Stiften a durch Niederdrücken der Tasten gehoben werden, die Stromgebung zu vermitteln und zugleich die Festhaltung des Stromschliessers während einer bestimmten Zeit zu veranlassen, nämlich während der Dauer einer Viertelumdrehung der im Innern der Säule A liegenden Axe X, auf welche die Drehung durch das hohle Stirnrad R vom Elektromotor übertragen wird. Die Axe X macht 240 Umdrehungen in der Minute.

Zu dem genannten Zwecke ist eine Hülse H, welche in Fig. 586 im Schnitt, in Fig. 587 von oben und in Fig. 588 von unten gesehen dargestellt ist, lose auf die Axe X aufgesteckt und wird durch den Mitnehmer H_2, welcher in dem in Fig. 589 blosgelegten Innern des Rades R befestigt ist und durch dasselbe nach unten hindurchgreift, mit R verkuppelt, so lange der Mitnehmer von der Feder H_3 in eine der vier nicht tief gehenden, lothrechten Nuthen an der Aussenfläche der Hülse eingedrückt werden kann (vgl. Fig. 586). An der Hülse H



ist aussen eine Sperrklinke H_1 angebracht, deren Sperrzahn h_1 ganz nahe an den 28 Zähnen d auf der Innenfläche der in der Säule A fest liegenden ringförmigen Platte D umläuft. Die Klinke H_1 ist noch mit einem Fortsatze h_2 versehen, welcher durch eine Oeffnung der Hülse H in das Innere derselben hineingreift und hier an der Rolle z anliegt, welche auf der h_2 und h_1 nach innen drückenden Feder f angebracht ist. Am unteren Ende ist die Hülse mit einem vorspringenden Rande n versehen, welcher in Fig. 588 zum Theil abgebrochen gezeichnet ist, weil

der in einer Nuth der Hülse H liegende Mitnehmer H_2 deutlich sichtbar werden sollte. Die untere Fläche des Ringes n liegt aber nicht in einer zur Axe der Hülse senkrechten Ebene, sondern sie bildet zwei Neigungen, von denen die eine v (Fig. 585 und 588) kurz und steil ist, während die andere, sich in entgegengesetztem Sinne über den ganzen noch übrig bleibenden Theil des Ringes erstreckende ganz allmählich ansteigt. Der Ring n läuft — zugleich mit der Hülse H und der in der Pfeilrichtung 4 Umdrehungen in der Secunde machenden Axe X — unmittelbar über den inneren Enden der Arme a_1 um. Wenn daher eine Taste niedergedrückt und hierdurch deren Stift a sammt dem Arme a_1 gehoben und an die untere Fläche des Ringes n angedrückt wird, so streicht in dem Augenblicke, in welchem die Neigung v über a_1 hinweggeht, der scharfe Zahn h_1 der Klinke H_1 an dem gehobenen Arm a_1 hin, und a_1 drängt zufolge seiner abgeschrägten Gestalt die Klinke nach auswärts, legt den Zahn h_1 in eine Zahnlücke d der Platte D ein und bringt dadurch sofort die Hülse H zum Stillstande, während die Welle X mit dem Rade R ihre Bewegung ungestört fortsetzt. Diese Ausrückung der Hülse H wird dadurch ermöglicht, dass dieselbe den Mitnehmer H_2 aus der Nuth herauszudrängen vermag, sobald sie nur den Druck der Feder H_3 überwinden kann. Nun sitzen aber an der Unterseite des Rades R in gleichem Abstande von einander vier keilförmige Daumen r, Fig. 585 und 588; die Stellung dieser Daumen gegen den Zahn h_1 der Klinke H_1 während der Verkuppelung der Hülse H mit dem Rade R ist aus Fig. 588 deutlich zu erkennen, und es wird daraus klar, dass der neben h_1 stehende Daumen r der Einlegung des Zahnes h_1 in die Zähne d nicht hinderlich ist, dass dagegen der nächstfolgende Daumen, welcher nach einer Viertelumdrehung der Axe X und des Rades R, d. h. nach Verlauf einer Sechszehntelsecunde an dem jetzt mit der Hülse H still stehenden Zahne h_1 vorübergeht, im Vorübergehen den Zahn h_1 aus den Zähnen d heraus und in seine Ruhelage zurückdrängt, während zugleich der Mitnehmer H_2 in die nächstfolgende Nuthe der Hülse H einschnappt und die Hülse wieder mit R und X verkuppelt.

Während des Stillstandes der Hülse muss nun noch die Stromschliessung erfolgen. Dazu besitzt die zugleich die Rolle des Stromschliessers spielende Hülse auf ihrer oberen Fläche vier aufgesetzte Daumen i mit abgeschrägten Ecken; die Stellung dieser Daumen gegen den Zahn h_1 der Klinke H_1 wird aus Fig. 587 klar; jeder Daumen erstreckt sich über $^1/_8$ des Umfangs der Hülse H. Im Innern des Rades R ist ferner der um eine Axe e_0 drehbare Stösser e, Fig. 585, 586 und 589, angebracht, welcher mit einem Ansatze nach unten aus dem Rade R vortritt und während der Zeit des Stillstandes der Hülse H

mit diesem Ansatze genau über den Daumen i umläuft. Der Stösser e erstreckt sich seitwärts bis in das Innere der hier hohlen Axe X und dient einem Stabe c als Stütze, welcher durch das obere Ende X_0 der Axe X hindurch bis zu der Schraube c_0 reicht und die Contactschliessung zu vermitteln hat. So lange demnach die Hülse H mit dem Rade R verkuppelt ist und natürlich e seine Lage gegen die Daumen i nicht verändert, drückt die Stange c den Stösser e nach unten; sobald dagegen die Hülse aus R ausgerückt wird und stillsteht, läuft e mit einer Abschrägung auf den nächsten Daumen i auf, hebt die Stange c ebenfalls empor und schliesst mittels des Hebels C den Stromkreis. Da die Axe X in der Secunde 4 Umdrehungen macht, die Hülse H zwar während einer Viertelumdrehung, also $^1/_{16}$ Secunde lang, still steht, die Daumen i sich aber nur über $^1/_8$ des Umfanges der Hülse erstrecken, so dauert die Hebung und demgemäss auch die Stromgebung $^1/_{32}$ Secunde[19]).

Die Theile, welche die Stromschliessung selbst bewirken, sind in einer cylindrischen, an den beiden Stirnseiten mit Glas verschlossenen Büchse Q (Fig. 585) untergebracht. Sie bilden zwei getrennte Gruppen, von denen die eine auf das Arbeiten mit Wechselströmen berechnet ist, während die andere beim Telegraphiren mit Strömen von einerlei Richtung benutzt wird. In beiden Fällen sollen die zur Stromschliessung nöthigen Bewegungen von dem durch die Stange c bewegten Hebel C hervorgebracht werden, und deshalb sind die stromschliessenden Theile beider Gruppen auf der nämlichen Axe x angebracht. Auf diese Axe x überträgt der Hebel C seine Bewegungen mittels des Armes u, welcher auf der Axe x sitzt und durch Federwirkung gegen ein in dem links liegenden Arme des Hebels C angebrachtes Reibungsröllchen angedrückt wird; die betreffende Spiralfeder geht von der isolirten Schraube s_1 nach einem kurzen, hinter der vierkantigen Elfenbeinplatte W liegenden und daher in Fig. 585 nicht sichtbaren, von der Axe x sich nach oben erstreckenden Arme.

Für das Telegraphiren mit Wechselströmen sind an der auf der Axe x sitzenden Platte W oben und unten zwei Metallstreifen o_1 und o_2 angebracht, und ausserdem sind zwei Contacthebel w_1 und w_2 angeordnet, welche, je nach der Stellung der Axe x mit der Platte W, also des Hebels C, die Streifen o_1 und o_2 in verschiedener Weise — übers Kreuz — berühren. Die von der Schraube s_1 ausgehende Spiralfeder setzt zugleich den oberen Streifen o_1 mit der Schraube s_1 und dem an diese Schraube geführten negativen (Zink-) Pole der Telegraphirbatterie in

---

[19]) Prescott (Electricity, 665) giebt als Stromdauer $^1/_{28}$ Secunde an; dazu müsste die wirksame Länge der Daumen jedoch dem siebenten Theile des Umfanges gleichen.



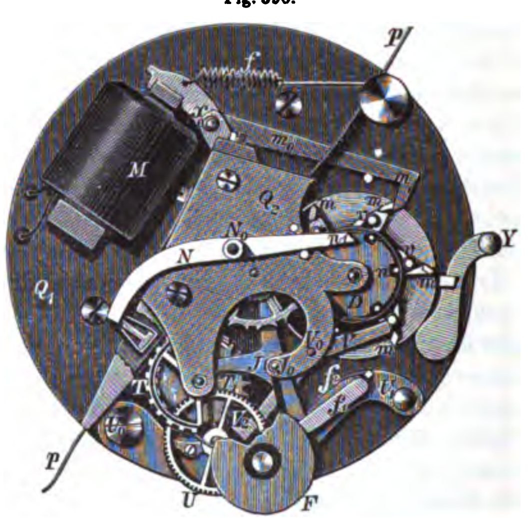
Verbindung; der Kupferpol dieser Batterie steht mit einer hinter s_1 liegenden und gegen s_1 isolirten zweiten Schraube in Verbindung, von welcher ein Draht und eine zweite Spiralfeder g nach dem Streifen o_2 weiterführt. Eine dritte Spiralfeder geht von der Schraube s_3 aus nach dem Hebel w_1, eine vierte von einer hinter s_3 liegenden vierten Schraube aus nach dem Hebel w_2; beide Federn drücken ihre Hebel gegen W an; an s_3 ist die Telegraphenleitung, an die vierte Schraube dagegen die Erdleitung gelegt. Deshalb geht während der Ruhelage des Stössers e, der Stange c, des Hebels C und der Platte W ein negativer Strom in die Linie. Wenn dagegen nach dem Niederdrücken einer Taste sich die Stange c hebt und durch C die Platte W umlegt, wodurch w_1 mit o_2, w_2 mit o_1 in Berührung kommt, so kehrt sich die Richtung des Stromes in der Linie um.

Will man dagegen mit einfachen Strömen (durch Schliessen und Unterbrechen des Stromes) telegraphiren, so wird der eine Pol der mit ihrem zweiten Pole an Erde gelegten Linienbatterie mit der Schraube s_5 verbunden, von welcher ein Spiraldraht nach dem die Contactschraube b tragenden Ständer läuft; die Leitung dagegen wird jetzt mit der Contactfeder p verbunden. Daher wird die Batterie geschlossen, so oft beim Emporgehen der Stange c der Hebel C die Axe x aus der in Fig. 585 gezeichneten Lage so weit dreht, dass ein nach unten aus x vorstehender Arm der Contactfeder p gestattet, sich an die Contactschraube b anzulegen.

XLIII. **Der Empfänger.** Der Telegraphirstrom wird in beiden Aemtern durch ein Relais geführt, welches beim Telegraphiren mit Wechselströmen ein polarisirtes sein muss; dasselbe schliesst einen Localstrom durch den Elektromagnet M, Fig. 590, des Druckwerkes, dessen Theile nahe bei einander auf einer runden, rechts neben dem Geber auf einem Seitenarme der hohlen Säule A, Fig. 584, liegenden Platte Q_1 angeordnet sind. In Fig. 591 sind diese Theile, unter Weglassung der Lagerplatte Q_2 in natürlicher Grösse nochmals skizzirt, damit ihr Zusammenwirken deutlicher erkannt werden könne. Die Bewegung wird von dem Elektromotor aus auch dem Druckwerke mitgetheilt und zwar durch das Zahnrad R_1, Fig. 585, welches auf die Axe X fest aufgesteckt ist und das aus A vortretende Zwischenrad R_2 treibt, welches die Bewegung auf das Rad R_3 und durch dieses auf das Rad R_4 überträgt; diese Räder und die Art und Weise ihrer Lagerung sind in Fig. 584 unterhalb der Platte Q_1 sichtbar. R_1 und R_3 haben gleich viel Zähne, daher läuft die Axe von R_3, welche zugleich das Typenrad T trägt; mit derselben Winkelgeschwindigkeit um, wie die Axe X des Stromschliessers. Während aber R_3 58 Zähne hat, besitzt R_4 deren 98; R_3 und X machen daher etwas mehr als $1^1/_2$mal soviel Umdrehungen als R_4.

Auf die Axe des Rades R_4 ist das Druckrad D so aufgesteckt, dass es durch die Reibung von ihr mitgenommen wird, so lange sich seiner Drehung in der Richtung des Pfeiles kein Hinderniss in den Weg stellt. Nun ist aber das Druckrad D mit 6 gleich weit von einander abstehenden, vorspringenden Armen versehen, aus denen am Ende je ein Pflock m von der in Fig. 592 noch schärfer ausgeprägten Form vorsteht. Diese Pflöcke fangen sich an einem Sperrhaken m_1, am Ende des Armes m_0 des um die Axe x_0 drehbaren Ankerhebels des Druckelektromagnetes M, sobald letzterer seinen Anker nicht anzieht, derselbe also durch die Abreissfeder f in der in Fig. 590 und 591 gezeichneten Lage erhalten wird. Bei Absendung eines Telegraphir-

Fig. 590.

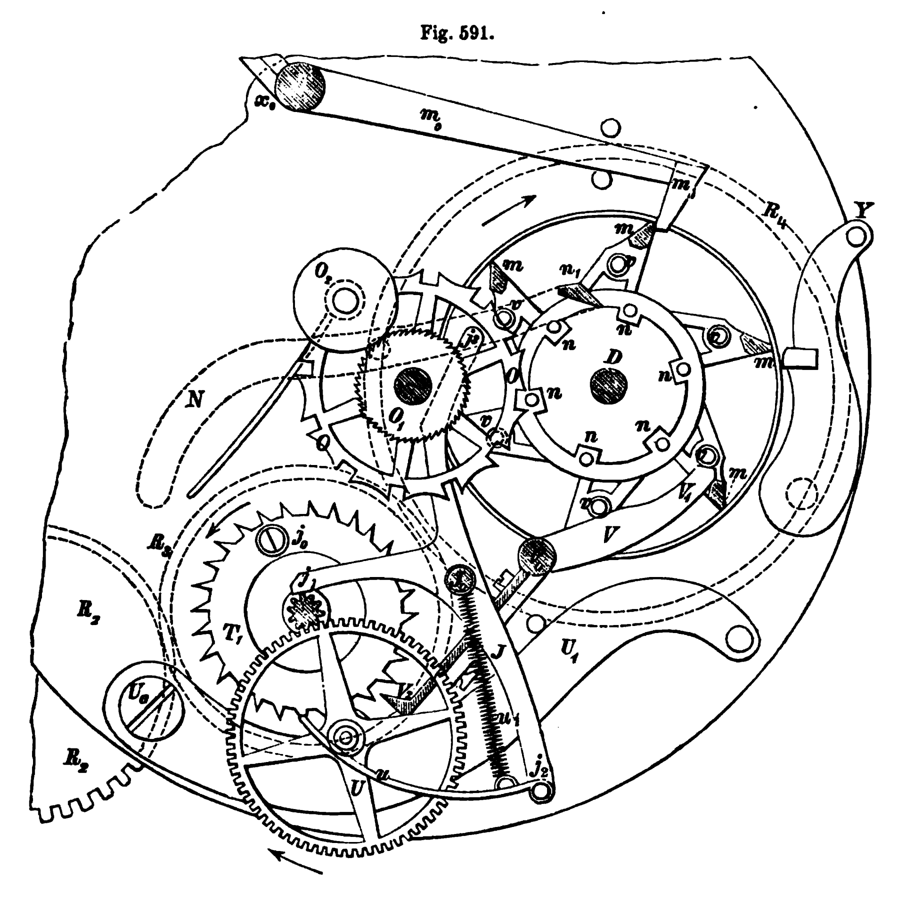


stromes befreit M den bisher festgehaltenen Pflock m vom Haken m_1 und gestattet D, sich zu drehen; bevor aber der nächste Pflock m an m_1 herangekommen ist, wird der Telegraphirstrom bereits unterbrochen und auch M stromlos; daher vermag D bei jeder Auslösung nur $^1/_6$ Umdrehung zu machen.

Während einer solchen Sechstelumdrehung vollziehen sich die drei zum Abdruck der eingestellten Type erforderlichen Vorgänge. Zunächst kommt einer der 6 auf denselben Armen wie die Pflöcke m angebrachten Stifte v zur Wirkung, und zwar der in der Umdrehungsrichtung des Druckrades D auf dem zweiten vor dem eben freigelassenen Arme befindliche. Dieser Stift erfasst den nach ihm hin liegenden Arm V_1 des um die Axe V_0 drehbaren Sperrhebels V an einem nach unten

gerichteten, in Fig. 592 schraffirt angedeuteten Vorsprunge und schiebt denselben — zwischen v und m hindurch — nach aussen, so dass sich sein nach links hin liegender Arm V_2 mit dem Sperrhaken zwischen die Zähne des mit dem Typenrade T auf einer beiden gemeinschaftlichen, von der Axe des Rades R_3 nur durch Reibung mitgenommenen Hülse sitzenden, mit 28 scharf geschnittenen Zähnen versehenen Rades

Fig. 591.

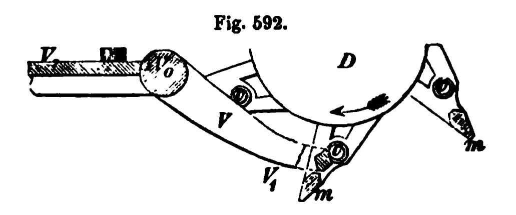


T_1 (Fig. 584 und 591) einlegt und sofort T_1 und das Typenrad anhält; in dieser Lage bleibt V, so lange v an der gekrümmten Fläche von V_1 hinläuft, bis endlich die Spitze des Pflockes m auf dem nächstfolgenden Arme an die schräge Fläche von V_1 antrifft und V in seine frühere Lage zurückführt. Bei den gewählten Zähnezahlen und der vorhandenen Stiftstellung geschieht dies nach Verlauf einer Zeit, in welcher das Typenrad genau $^1/_4$ Umdrehung machen würde, d. h. in

$^1/_{16}$ Secunde, also genau entsprechend der Zeit des Stillstandes der Hülse H im Sender. Die Uebertragung der Bewegung von der Axe des Rades R_3 auf die T und T_1 tragende Hülse vermittelt eine Reibungsscheibe. Während des Stillstandes des Typenrades stösst ferner ein Stift n gegen den Vorsprung n_1 am Ende des um die Axe N_0, Fig. 590, drehbaren Druckhebels N, und dieser drückt mit seinem Ende die Druckplatte nebst dem Papierstreifen p an die ihr jetzt gegenüberstehende (eingestellte) Type des Typenrades; sobald aber n an n_1 vorübergegangen ist, wird die Druckplatte und der Hebel N durch eine Feder zurückgeführt. Ein anderer der 6 Stifte n tritt endlich in eine der 12 Kerben des Sternrades O ein und dreht dasselbe um $^1/_{12}$. Auf der Axe von O sitzt ein fein gezahntes Rad O_1, gegen welches sich die auf einer Feder sitzende Walze O_2 anlegt. Zwischen O_1 und O_2 hindurch geht der Papierstreifen p nach dem Druckapparate, wird also vor jedem Druck um ein der Typenbreite gleiches Stück verschoben.

Das Typenrad T trägt auf seiner Mantelfläche 28 Typen und streift mit denselben bei seinem Umlaufe gegen die Farbwalze F, welche auf

Fig. 592.

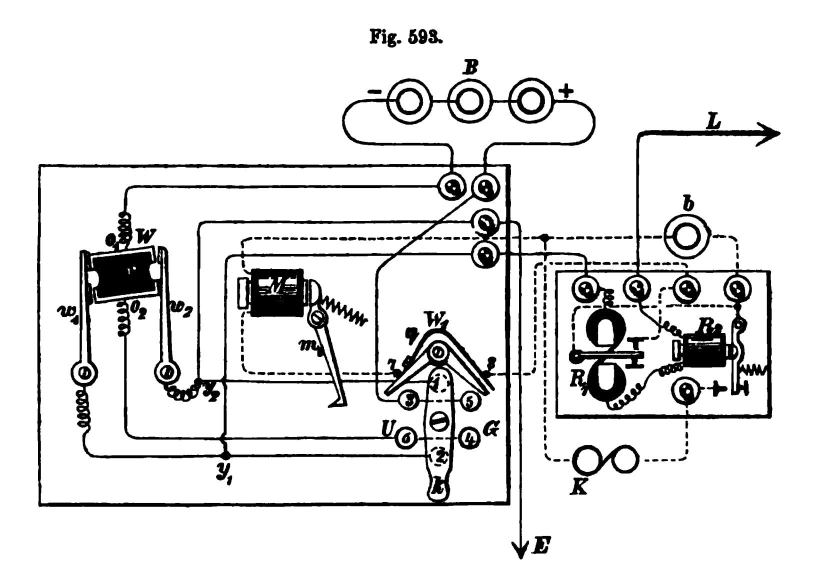


dem drehbaren Arme f_1 sitzt und durch eine Feder f_2 beständig an T angepresst wird. In Fig. 590 sind T und F zum Theil abgebrochen gezeichnet, damit die darunter liegenden Theile sichtbar werden. Der Streifen p läuft aus einer Trommel P, Fig. 584, ab, welche hinter den Theilen des Druckwerkes auf dem Träger P_0 befestigt ist.

Das Typenrad T wird, wenn man es einige Umläufe machen lässt, ohne zu drucken, von selbst auf das leere Feld (dash) eingestellt, und dadurch können die Apparate beider Aemter zur Uebereinstimmung in ihrer Stellung gebracht werden. Dazu trägt das Rad T_1 auf seiner obern Fläche und unmittelbar unter dem Typenrade einen Stift j_0, welcher nach der durch den Pfeil angedeuteten Umlaufsrichtung des Rades hin flach abgefeilt ist und sich an einem aus dem Ende des Armes j_1 des Hebels J nach unten zu vorstehenden Stifte bei einer gewissen Stellung des Armes j_1 fangen kann. In ein Getriebe auf der Typenradaxe greift nun das auf dem Hebel U_1 gelagerte und durch ihn gegen das Getriebe hin zu bewegende und mit dem Getriebe in Eingriff zu bringende Zahnrad U ein; auf der Axe des Rades U ruht, durch eine

Feder u_1 angedrückt, ein gebogener Stab u, welcher vom Arme j_2 des um die Axe J_0 drehbaren dreiarmigen Hebels J ausgeht. Bei seiner Umdrehung muss daher U, zufolge der Reibung, durch u den Arm j_2 stetig nach U hin bewegen; dabei wird aber zugleich auch der Arm j_3 des Hebels J nach rechts hin bewegt und kommt schliesslich in den Wirkungsbereich der Stifte v; jeder dieser Stifte vermag desshalb im Vorbeigehen den Hebel J in die in Fig. 591 gezeichnete Lage zurückzuführen, und deshalb kann j_0 sich nur dann an j_1 fangen und ein Aufhalten des Typenrades auf dem leeren Felde in Wirklichkeit nur dann vorkommen, wenn das Typenrad 4 bis 5 Umläufe macht, ohne dass ein Buchstabe gedruckt wird. Durch den ersten die Auslösung

Fig. 593.



des Typenrades veranlassenden Telegraphirstrom wird dann das Typenrad wieder losgelassen; dieser Strom ist daher mittels der leeren Taste zu entsenden.

XLIV. **Die Schaltung; das Rufen und Telegraphiren.** Aus der Stromlaufskizze Fig. 593 wird zugleich ersichtlich, dass ausser dem Geber und Empfänger für die Zwecke des Rufens und Telegraphirens noch einige Hilfs- und Nebenapparate zur Verwendung kommen. Mit R_1 ist das Relais bezeichnet, welches die aus 6 kleinen Elementen bestehende Localbatterie b durch den Druckelektromagnet M schliesst; dasselbe ist bei dem in Fig. 593 angenommenen Telegraphiren mit Wechselströmen ein Siemens'sches oder sonstiges polarisirtes. Ausser demselben wird noch ein gewöhnliches, aber weit weniger empfindliches

Relais R_2 in die Linie L eingeschaltet, welches den Strom derselben Localbatterie durch einen kleinen Klopfer K senden kann; dieses Relais spricht auf die gewöhnlichen Telegraphirströme nicht an und dient nur zum Unterbrechen und zum Beantworten des Rufens. Der rechts neben der Claviatur angebrachte Umschalter W_1 (vgl. Fig. 584) ist in Fig. 593 in der Stellung für Empfangen gezeichnet; dabei verbindet der untere Hebel k von den 6 Contacten, die er in seinen drei Stellungen paarweise zu verbinden hat, die Contacte *1* und *2*; der oberhalb k angebrachte Winkelhebel q liegt zur Zeit mit dem linken Schenkel am Contacte *7* und mit der Feder auf seinem rechten Schenkel zugleich an dem Contacte *8*, schliesst daher den Stromweg durch den Druckelektromagnet M. Der aus der Linie L ankommende Strom gelangt durch R_2 und R_1 nach y_1 und über *2*, k, *1*, y_2 zur Erde E.

Für's Geben wird der Hebel k auf „G" gestellt. Dadurch wird der +Pol der Linienbatterie B über *3*, k, *4*, *6* an o_2 gelegt; der an o_1 geführte —Pol entsendet daher bei der in Fig. 593 gezeichneten Ruhestellung der um die Axe x drehbaren Elfenbeinplatte W (vgl. Fig. 585) den Strom über w_1 und y_1 durch R_1 und R_2 in die Linie L. Kommt die Platte W dagegen in ihre Arbeitslage, so tritt der —Pol über w_2 und y_2 mit der Erde E in Verbindung, und der positive Strom wird in die Linie L gegeben, auf diesen aber sprechen die Relais R_1 an.

Will der Empfangende den Gebenden unterbrechen, so stellt er seinen Umschalterhebel k auf „U", unterbricht dadurch den Localstromkreis durch den Druckelektromagnet M zwischen *7* und dem nach rechts gedrückten Hebel q und schaltet seine Linienbatterie B ein; auf den jetzt verstärkten (Telegraphir-) Strom sprechen nun in beiden Aemtern die unempfindlicheren Relais R_2 an und senden den Localstrom durch die Klopfer K; die Ausschaltung des Druckelektromagnetes M verhütet hierbei, dass überflüssige Buchstaben auf den Streifen gedruckt werden.

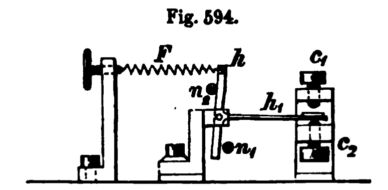
In gleicher Weise wird der Ruf beim Beginne des Telegraphirens beantwortet. Der Ruf selbst besteht im Niederdrücken einer vorausbestimmten Reihe von Tasten; derselbe macht sich durch das rhythmische Ansprechen des Relais R_1 und des Druckelektromagnetes M vernehmbar.

Hat sich das gerufene Amt gemeldet, so drückt der Rufende wiederholt in Gruppen, je dreimal, seine leere Taste, damit der Empfangende die Geschwindigkeit seines Motors reguliren kann; ist dies geschehen, so schaltet der Gerufene wieder mittels des Umschalters W_1 seine Batterie eine Weile ein; darauf lässt der Sendende die Typenräder einige Umläufe machen, damit sie sich auf das leere Feld einstellen, und beginnt dann das Telegraphiren. Will das gebende Amt das Telegramm nicht mit drucken, so verhindert es durchEinlegen des Hebels Y, Fig. 591, die Auslösung des Druckrades D durch den Ankerhebel m_0.

5. *Einige neuere Vorschläge zu Typendruckern.*

XLV. **Siemens'scher Typendrucker von 1872.** Die Druckvorrichtung des auf S. 614 beschriebenen Zeigertelegraphen kommt einfach durch das Verschwinden des Magnetismus in dem Elektromagnete zur Thätigkeit, welcher durch das Spiel eines polarisirten Ankers den Zeiger umlaufen machte und das Typenrad einstellte. Dazu sind zwischen die Pole dieses Elektromagnetes noch 2 polarisirte Anker gelegt, deren jeder mit einem seitlich angesetzten Arme n_1 und n_2, Fig. 594, versehen ist. Eine Stellschraube hindert den einen Anker, sich dem einen Pole zu nähern, und eine zweite Stellschraube hält den zweiten Anker von dem zweiten Pole fern; jeder Anker kann sich dagegen frei gegen den andern Pol hin bewegen. Zwischen den Fortsätzen n_1 und n_2 ist nun ein verticaler Hebel h angebracht, welchen die Spannfeder F mit dem oberen Ende nach links zieht; der an diesem Hebel h sitzende Arm h_1 spielt zwischen der Stellschraube c_2 und der Contactschraube c_1. So lange nun die Magnetpole thätig sind und mittels des ersten Ankers

Fig. 594.



das Typenrad in Umdrehung versetzen, gehen auch in gleichem Schritt mit ihm die beiden andern Anker hin und her; allein der eine ist in seiner Bewegung nach der einen Seite hin, der andere in seiner Bewegung nach der andern Seite hin gehindert; der sich bewegende Anker aber wirkt so auf h, dass die Feder F gespannt wird. Daher erhalten während der Drehung des Typenrades die abwechselnd auf ihn wirkenden Arme n_1 und n_2 den Hebel h in der in Fig. 594 gezeichneten Stellung. Wenn dagegen der Elektromagnet nach der Einstellung des Typenrades auf den zu telegraphirenden Buchstaben zu wirken aufhört, dann hören auch die beiden Anker auf, hin und her zu gehen, sie lassen den Hebel h frei, und die Feder F zieht denselben nach links, so dass sich die Zunge h_1 an die Contactschraube c_1 anlegt und einen Localstrom schliesst, welcher die Druckvorrichtung in Thätigkeit setzt.

XLVI. **Der Schnelldrucker von Siemens.** Der Geber des 1873 in Wien ausgestellten Schnelldruckers von Dr. Werner Siemens (vgl. Handbuch, 1, 319) gehört zur Klasse der selbstthätigen oder automatischen und ist eine Weiterbildung des Dosenschriftgebers von Fr. von

Hefner-Altneck, dessen Beschreibung später folgen wird. Der Geber des Schnelldruckers besitzt eine Claviatur, auf welcher das Telegramm abgespielt wird, wobei unter Vermittelung der horizontalen Bleche Q,

Fig. 595.

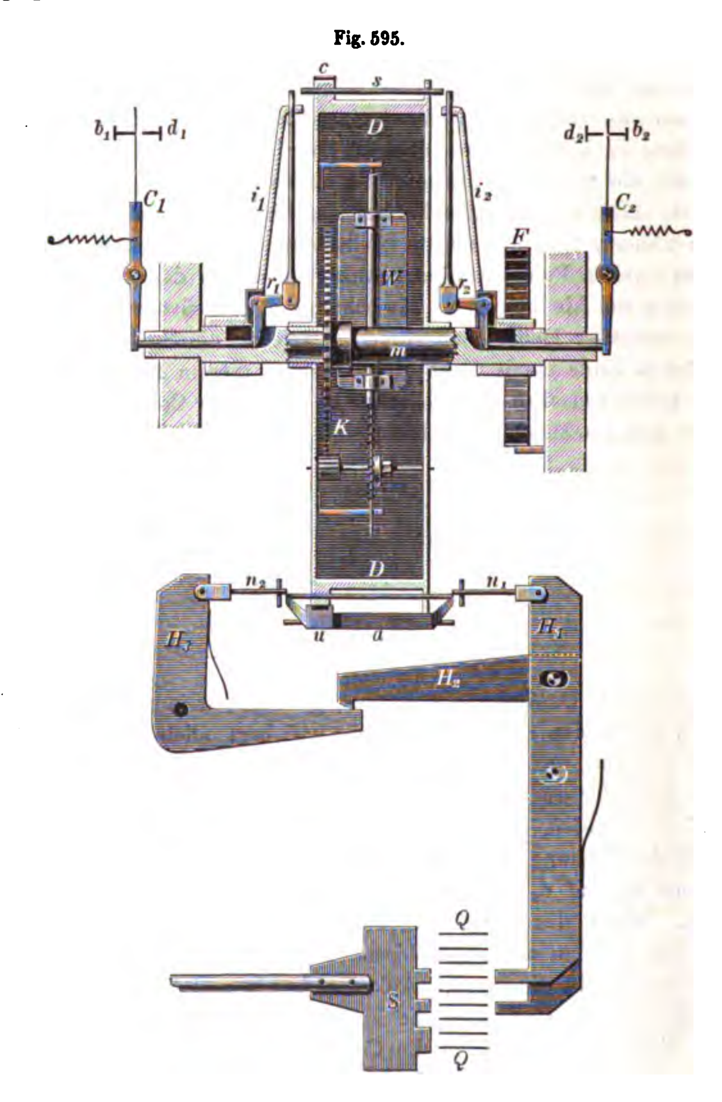


Fig. 595, zwei Gruppen von Hebeln H_1, bez. H_2 und H_3, bewegt werden und mittels der Stösser n_1 bez. n_2 aus einer Dose D links und rechts Stifte s vortreten lassen. Das so vorbereitete Telegramm wird dann mittels zweier mit der Dosenaxe m umlaufender Arme i_1 bez. i_2 abtelegraphirt,

welche, durch die Wirkung der vorstehenden Stifte *s* auf die Winkelhebel r_1 und r_2, mittels der Contacthebel C_1 bez. C_2 der eine positive, der andere negative Ströme von gleicher Länge entsenden. Diese Ströme bewegen mittels zweier Eschappements das Typenrad und zwar dreht das durch die Ströme der einen Richtung bewegte Eschappement das Typenrad sprungweise um je vier Buchstaben auf einmal fort, das durch die entgegengesetzt gerichteten Ströme bewegte Echappement dagegen lässt es nur Schritte von je einem Buchstaben machen. Da nun die Ziffern und sonstigen Zeichen gar nicht mit in die Claviatur und auf das Typenrad aufgenommen worden sind, sondern durch Buchstaben ausgedrückt werden sollen, welche in ein im Voraus bestimmtes Zeichen eingeschlossen werden, so ist es möglich geworden, das Typenrad durch höchstens 8 Ströme auf jedes Schriftzeichen einzustellen. Dabei musste aber das 27. Feld des Typenrades leer bleiben, weil in der gewählten Weise 27 Schritte durch 8 Ströme nicht gemacht werden können, sondern erst durch 9 (6 Schritte zu je 4 und 3 Schritte zu 1 Buchstaben). Es bleiben demnach 31 Felder des Typenrades zum Geben von 29 Buchstaben und Zeichen verfügbar, weil das 30. Feld für das Einschlusszeichen der Ziffern und das 31. Feld für den durch die weisse Taste zu telegraphirenden Zwischenraum aufgespart werden muss. Dadurch, dass das Typenrad nach jedem Abdruck auf den Ausgangs- oder Nullpunkt zurückgeführt wird, ist zugleich verhütet, dass durch ein sich einschleichendes falsches Zeichen die noch nachfolgenden ebenfalls falsch gemacht werden. Die Leistungsfähigkeit dieses Schnelldruckers ist eine bedeutende, weil bei zweckmässiger Wahl der Punktgruppen für die Buchstaben im Durchschnitt zur Einstellung des Typenrades nur 3 bis 4 kurze Ströme erforderlich sind[20]) und das Drucken und die Zurückführung des Typenrades auf den Nullpunkt fast augenblicklich erfolgt.

XLVII. **Olsen's Typendrucker.** Der norwegische Mechanikus C. A. G. Olsen führte der Telegraphenconferenz in St. Petersburg 1875 einen Typendrucker für Handarbeit und automatisches Telegraphiren vor (vgl. Journal télégraphique, Bd. 3, S. 333). Dieser arbeitet mit Synchronismus und ähnelt bezüglich der Anordnung der Typen auf dem Typenrade, der Verbindung des Typenrades mit dem Correctionsrade, des Figurenwechsels, der Verwendung eines Elektromagnetes mit magnetitischen Kernen, der Einrückung der Druckaxe und der Wirkungen der letzteren dem Hughes. Der Linienstrom durchläuft im empfangenden Amte die eine Wickelung eines Inductors, und der dabei in der zweiten Wickelung entstehende Strom wirkt im Druckelektromagnete. Das

[20]) Noch weniger Ströme zwar (nämlich höchstens 4), aber nicht weniger Schritte braucht Régnard zur Einstellung des Zeigers an seinen Zeigertelegraph (vergl. Handbuch, 1, 276.)

Typenrad und die Druckaxe werden durch zwei verschiedene Gewichte und Laufwerke getrieben.

XLVIII. **Der Typendrucker von F. Schwärzler** in Bregenz (vergl. Dingler, Journal, 1878, Bd. **229**, S. 269) stellt ebenfalls durch mit Synchronismus laufende Triebwerke ein, welche jedoch während der — allerdings ungemein kurzen — Zeit des Druckens angehalten werden sollen, indem ein auf dem Druckhebel sitzendes Zwischenrad des Laufwerks bei der Druckbewegung dieses Hebels ausser Eingriff mit den beiden Rädern gebracht wird, mit denen es bisher im Eingriff stand; auf die Axe des einen (etwas kleineren) dieser beiden Räder ist das Typenrad nebst dem Correctionsrad aufgesteckt; das andere der beiden Räder sitzt lose auf der Axe, gleich neben dem ersteren, übernimmt die durch ein Gewicht erzeugte Bewegung und pflanzt sie auf das erstere fort, so lange das dritte in beide eingreift. Wenn das Laufwerk fortläuft, während das dritte Rad ausser Eingriff gebracht ist, findet — als Ersatz für die jetzt wegfallenden Bewegungswiderstände — eine gewisse Reibung zwischen den beiden Rädern statt, da dieselben durch eine regulirbare Feder an einander gedrückt werden Als Regulator wird blos ein Windflügel verwendet; nie soll mehr als eine Umdrehung vorübergelassen werden, ohne dass eine Taste gedrückt wird.

Im Geber läuft eine Stiftenwalze um und entsendet den Telegraphirstrom in dem Augenblicke, wo sich an einen von der niedergedrückten Taste gehobenen Metallstift der zugehörige Stift der Walze anlegt; da er ihn aber mitnimmt und gleich darauf von der Taste abschnappen macht, worauf ihn eine um ihn gewickelte Spiralfeder in die Ruhelage zurückzuführen vermag, so dauert die Stromgebung nur eine ganz kurze Zeit. Die Telegraphirströme gehen im Empfangsamte durch ein Relais, dessen Hebel je nach seiner Lage einen Localstrom durch den einen oder den andern von zwei über einander liegenden Elektromagneten sendet. Der beiden gemeinschaftliche Anker sitzt auf dem Druckhebel, welcher ausser dem Drucken noch die Correction und die Bewegung des nicht von einer Rolle ablaufenden, sondern aus einer langen, schmalen Büchse kommenden Papierstreifens veranlasst. Das Rufen lässt sich hier mittels eines gewöhnlichen Morsetasters bewirken; auf die durch denselben entsendeten Ströme sprechen (ähnlich wie in XLIV.) die Relais- und Druckelektromagnete an. Die Einschaltung gleicht der für Morse.

IL. In dem **Typendrucker von Bigeon** in Paris (Journal télégraphique, Bd. **4**, S. 282), der 1878 auf der Pariser Ausstellung war, hebt jeder Zahn eines von einem Triebwerke bewegten Rädchens mit 13 Zähnen eine Contactfeder von einem Contactständer ab und veranlasst

so, bis sich ein umlaufender Arm an der niedergedrückten Taste fängt, eine Folge von Stromgebungen und Unterbrechungen.

Im Empfänger gehen die Ströme durch einen Elektromagnet, dessen Anker sich, sowohl wenn er angezogen, wie wenn er abgerissen wird, mit einer Nase vor ein vierzähniges Steigrad legt, diesem also bei jedem Geben und jedem Unterbrechen des Stromes die Drehung um 1 Zahn erlaubt; dabei kann aber ein vom Bodenrade des Triebwerkes getriebenes, die Bewegung auf die Steigradaxe fortpflanzendes Rad mit 26 Zähnen stets auch um 1 Zahn und das auf seiner Axe sitzende Typenrad um stets um 1 Type fortrücken. Kommt nach vollendeter Einstellung das 26zähnige Typenrad zum Stillstande, so lässt es auch einen von seinen Zähnen während der Einstellung rasch hin und her bewegten Contacthebel zur Ruhe gelangen, und dieser schliesst jetzt auf etwas längere Zeit einen Localstrom durch einen zweiten Elektromagnet, dessen Anker nunmehr angezogen wird und ein zweites Triebwerk auslöst; letzteres bewirkt dann den Abdruck der eingestellten Type und darauf das Fortrücken des Papierstreifens.

L. **Droste's Typendrucker.** Auch G. J. Droste benutzt in seinem für Deutschland patentirten Typendrucker (Nr. 7334 vom 10. Mai 1879) keine synchron laufenden Triebwerke. In jedem Telegraphen sind drei Triebwerke vorhanden. Das eine derselben treibt das Typenrad, das bei jeder Stromgebung und bei jeder Unterbrechung sich um 1 Feld dreht. Während der Einstellung kann — trotz der Thätigkeit des zweiten Triebwerkes — das dritte, den Druck besorgende Triebwerk nicht in Gang kommen, wohl aber wenn das Typenrad nach der Einstellung still steht; dann vermag — unter Mitwirkung des zweiten Triebwerkes — eine Axe des dritten Triebwerkes einen Theil eines Umlaufs zu machen und vollendet diesen Umlauf beim Loslassen der Taste im Geber; während dieses Umlaufs wird durch einen (bez. zwei) Daumen einer zweiten Axe der Druck vollzogen, beim Rückgange des Druckhebels aber der Papierstreifen um eine Typenbreite fortgerückt. Das Typenrad hat doppelt soviel Typen (52), als Felder (26); der Figurenwechsel ist dem am Hughes verwandt. Die Stromfolgen werden mittels der Hand oder unter Selbstunterbrechung entsendet.

LI. **Der Typendrucker von E. B. Welch** in Cambridge, Amerika (deutsches Patent No. 9347 vom 8. Januar 1879) arbeitet mit Wechselströmen, welche ein mit der Hand gedrehter Siemens'scher Cylinderinductor liefert. Durch Sperrrad und Sperrkegel ist mit der Inductoraxe eine Stiftenwalze gekuppelt, deren in einem Schraubengange stehende Stifte sich an Stiften fangen können, welche aus der Unterseite der Tastenhebel vorstehen. Am andern Ende der Axe der Stiftenwalze sitzt durch Reibung ein Ring mit einem zwischen zwei Contact-

schrauben spielenden Contacthebel, welcher den Inductor in die Leitung ein- und ausschaltet.

Das Typenrad des Empfängers treibt ein Gewicht- oder Federtriebwerk. Während des schrittweisen Umlaufs des Typenrades wird auf mechanischem Wege das Druckwerk verhindert in Thätigkeit zu treten; beim Stillstehen des Typenrades bewirkt das Druckwerk das Drucken und die Bewegung des Papiers (vgl. auch Dingler's Journal, **238**, 144). Druckwerk und Typenrad werden durch dasselbe Triebwerk bewegt. Vgl. Handbuch, 1, 397 Anm. 46.

LII. **Der Typendrucker von C. Hägele-Ritter** in Esslingen a. N. (deutsches Patent No. 9580 vom 20. Juli 1879) druckt das Telegramm in Zeilen auf einem Papierblatte. Das Typenrad sammt Elektromagnet rückt nach jedem Abdruck eines Buchstabens durch die Wirkung des Zugwerkes um eine Buchstabenbreite weiter. Nach Vollendung der unter Mitwirkung eines Triebwerkes erfolgenden Einstellung des Typenrades zieht der Elektromagnet seinen Anker an und senkt das auf dem Ankerhebel gelagerte Typenrad auf das Papier herab. Ist eine Zeile vollgedruckt, so drückt man auf einen Knopf, legt eine Sperrklinke in das Zugwerk ein, schiebt das Typenrad um eine Zeile zurück und zieht dabei gleichzeitig das Zugwerk wieder auf. Vgl. Dingler's Journal, **239**, 163.

LIII. **Hathaway's Typendrucker** druckt ebenfalls in Zeilen; die Einrichtung zum Bedrucken des Papiers in Zeilenform wurde G. Maltby Hathaway in Philadelphia, Pennsylvanien, für Deutschland unter No. 34 175, der Drucktelegraph unter No. 34 466 patentirt, beide vom 13. Januar 1885 ab. Der Geber entsendet eine Folge von Strömen gleicher Richtung mittels eines Schliessungsrades und zweier sich an den Umfang desselben anlegender Contactrollen, so lange ein Treibgewicht mittels eines Räderwerkes das Schliessungsrad mit seiner Axe in Umdrehung versetzen kann. Die Drehung der Axe wird verhindert, wenn einem auf dieselbe aufgesteckten metallenen Arme sich einer der 41 Stifte vorlegt, welche im Kreise um die Axe herum angeordnet sind. Mit Ausnahme eines einzigen sind diese Stifte metallisch und jeder an dem Ende eines der 40 Hebel angebracht, welche mit den in vier bogenförmigen Reihen angeordneten, mit den Buchstaben und den sonstigen zu telegraphirenden Zeichen beschriebenen Knöpfen oder Tasten verbunden sind; durch Niederdrücken eines Knopfes senkt sich dessen Hebel so, dass der Stift an seinem Ende aus der unteren Fläche einer unmittelbar über dem erwähnten metallenen Arme fest liegenden Metallplatte vortritt und den Arm aufzufangen vermag; durch die Wirkung je einer Spiralfeder werden die 40 Knöpfe für gewöhnlich nach oben gedrückt, so dass ihre Stifte nicht unter die Metallplatte herabreichen.

Der die Ausnahme bildende, der Ruhelage des Armes entsprechende 41. Stift ist aus nicht leitendem Material, und sein Hebel ist so angeordnet, dass der Stift für gewöhnlich aus der Unterseite der Metallplatte vorsteht; zugleich ist dieser 41. Hebel seitwärts unter den sämmtlichen 40 anderen Hebeln hingeführt (wie bei Froment's Zeigertelegraphen; vgl. Handbuch, 1, 270), damit, wenn irgend einer dieser 40 Hebel niedergedrückt wird, er den 41. mit nach unten nehmen, den 41. Stift also empor bewegen und dadurch den bisher am 41. Stifte festgehaltenen Arm freimachen muss. Letzterer läuft dann, Ströme entsendend, so lange um, bis er sich an dem metallenen Stifte des niedergedrückten Knopfes wieder fängt, und in dem Augenblicke, wo das Letztere geschieht, tritt zugleich dadurch, dass eine Hülfsbatterie parallel zur Telegraphirbatterie eingeschaltet wird, eine Verstärkung des Telegraphirstromes ein, welche unterbleibt, wenn der metallene Arm sich an dem isolirenden 41. Stifte fängt.

Sämmtliche Ströme gehen in dem empfangenden Amte durch den Druckelektromagnet hindurch, welcher jedoch erst auf den verstärkten Strom anspricht, also wenn zugleich mit der Telegraphirbatterie auch die Hülfsbatterie geschlossen wird. Auch im gebenden Amte ist ein Druckelektromagnet vorhanden, und dieser druckt das abgesendete Telegramm mit; er wird jedoch von den Strömen der Telegraphirbatterie nicht durchlaufen, sondern blos von den Strömen der Hülfsbatterie; im Geber ist das Typenrad gleich auf die Axe des Schliessungsrades aufgesteckt.

Die von der Telegraphirbatterie allein entsendete Folge von Strömen dient zur Einstellung des Typenrades im Empfänger, und dazu ist in letzterem ein Elektromagnet vorhanden, dessen Anker mit einer Gabel mit zwei Lappen verbunden ist und dieselbe in pendelnde Bewegung versetzt; dabei legen sich die beiden Lappen abwechselnd in die Zahnlücken eines Sperrrades ein, dessen Axe ein Treibgewicht in beständige Umdrehung zu versetzen strebt; das Sperrrad und die Axe nebst dem auf dieselbe aufgesteckten Typenrade werden daher beim Pendeln des Elektromagnetankers in schrittweise Drehung versetzt, und nach vollendeter Einstellung des Typenrades wird die eingestellte Type auf das Papier abgedruckt, das in Form eines breiten Streifens verwendet, jedoch wie ein Blatt in unter einander stehenden Zeilen bedruckt wird.

Fig. 597 zeigt den Druckapparat in Ansicht, Fig. 598 im Grundriss und Fig. 596 im Schnitt. Der zu bedruckende Papierstreifen *P* läuft von der Rolle *V* ab, welche mittels zweier Arme an der Hülse *H* befestigt ist; die Hülse *H* sitzt auf dem Ständer *C*, welcher von der Tischplatte *T* getragen wird; die Hülse *H* kann sich um den Ständer *C* drehen, und bei jeder Umdrehung läuft die am unteren Ende der Hülse ange-

brachte Nase q einmal auf einen aus dem Ständer C vorstehenden Stift auf, steigt dabei ein wenig — und zwar gerade um die Höhe einer Zeile — empor und senkt sich dann plötzlich wieder um denselben Betrag. Das Papier wird bei seinem Aufsteigen nach oben, wie dies

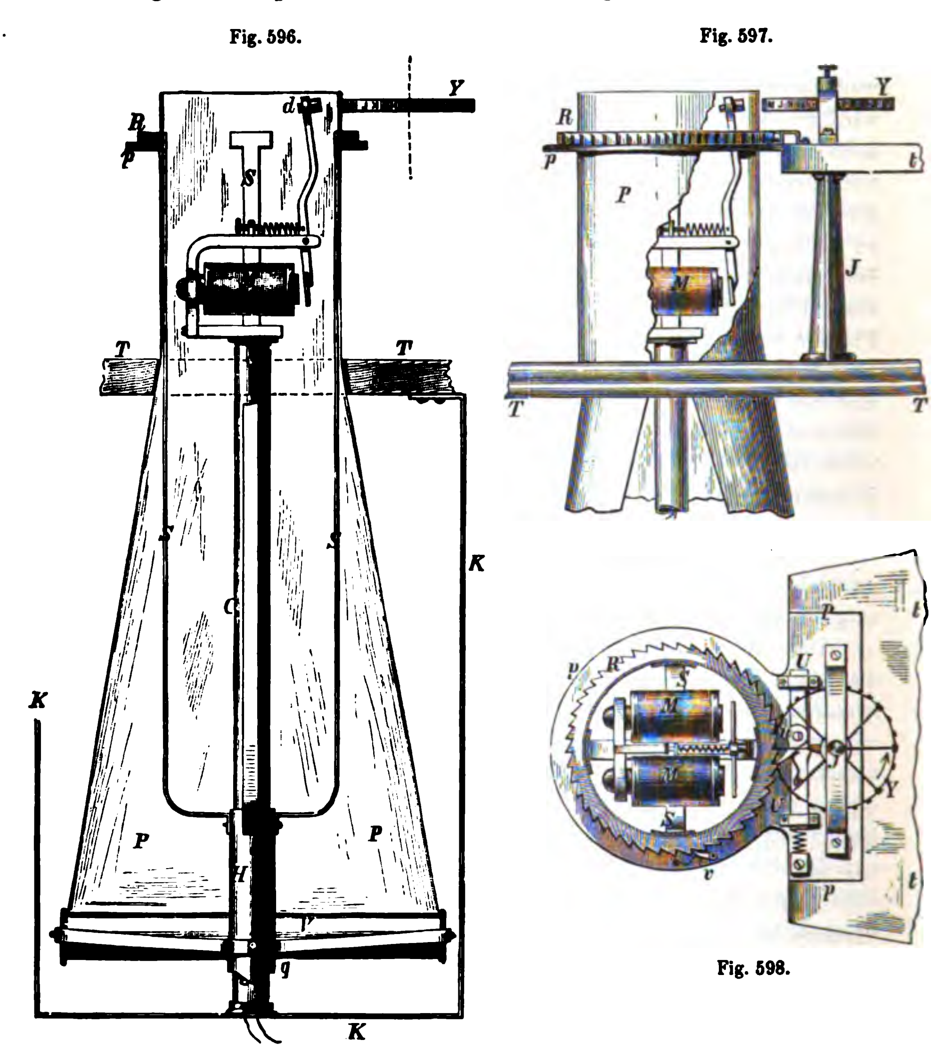


Fig. 596.

Fig. 597.

Fig. 598.

die Fig. 597 deutlich sehen lässt, in Röhrenform gebogen, indem es durch einen Ring R hindurchgeht; auf der Innenseite ist dieser Ring mit feinen, schräg nach oben gerichteten Spitzen versehen, gegen welche das Papier durch die vier von der Hülse H nach oben laufenden Arme S

angedrückt wird; die nach dem Papiere hin gerichtete Seite des verbreiterten oberen Endes dieser Arme, deren vorderster in Fig. 596 als abgebrochen gezeichnet ist, ist ebenfalls mit nach oben gerichteten feinen Spitzen besetzt. Daher muss die Hülse *H*, wenn sie selbst emporsteigt, auch den Streifen *P* mit nach oben bewegen; wenn hingegen darauf die Hülse *H* wieder nach unten geht, kann ihr das Papier nicht folgen, weil es daran von den Spitzen des Ringes *R* gehindert wird; somit wird das Papier bei jeder Umdrehung der Hülse *H* um die Höhe einer Zeile in der Längsrichtung des Streifens verschoben. Die Drehung aber wird der Hülse *H* von dem Ringe *R* aus ertheilt, mit welchem *H* durch die von beiden Seiten her sich in das Papier *P* einstechenden Spitzen an *R* und an den vier Armen *S* verbunden ist. Der Ring *R* endlich läuft mit einem Ansatz in einer kreisförmig ausgeschnittenen Nuth einer Platte *p*, welche an einer mit der Tischplatte *T* verbundenen Platte *t* befestigt ist. Auf seiner Aussenseite ist der Ring *R* mit Zähnen versehen, in welche sich die Schiebklinke *u* an dem Riegel *U* einsetzt und bei jeder Bewegung des Riegels den Ring *R* um einen Zahn dreht, während die Sperrklinke *v* ein Rückwärtsdrehen des Ringes *R* verhütet; nach jeder Verschiebung bringt eine Spiralfeder den Riegel *U* wieder in seine Ruhelage zurück.

Das Typenrad *Y*, Fig. 596 und 597, sitzt auf der Axe *J*; an dieser Axe ist ferner eine Nase angebracht, welche auf einen Vorsprung an dem Riegel *U* in dem Augenblicke wirkt, wo im Geber der Arm vom isolirenden Stifte freigelassen wird und seinen Umlauf beginnt; bei jeder Wirkung der Nase auf den Vorsprung dreht die Klinke *u* den Ring *R* um einen Zahn, das Papier *P* um die Breite eines Buchstabens. Hiernach würde bei jedem Umlaufe des Typenrades *Y* nur ein Zeichen gedruckt werden können. Das Drucken vermittelt der Elektromagnet *M*, welcher beim Anziehen seines Ankers das Druckkissen *d* und durch dieses das Papier gegen das Typenrad andrückt. Die Leitungsdrähte können dem Elektromagnete *M* durch die hohle Säule *C* zugeführt werden.

LIV. **Van Hoevenbergh's Typendrucker** liegt der Gedanke zu Grunde, auf jedem Felde des Typenrades 2 bez. 3 Typen anzubringen und nach dem Einstellen des Typenrades auf das in Frage kommende Feld durch besondere Vorkehrungen den Abdruck gerade der rechten der 2 bez. 3 auf dem Felde befindlichen Typen zu veranlassen[21]). Der Erfolg der Durchführung dieses Gedankens würde die Verminderung der Zahl der Schritte sein, welche das Typenrad bei seiner Einstellung

[21]) Aehnliches findet sich in dem für M. Poole 1846 patentirten und dem von Sykes Ward angegebenen Zeigertelegraphen; vgl. Handbuch, 1, S. 258 und S. 174 Anm. 4.

auf die abzudruckende Type zu machen hat; dies würde unter sonst gleichen Umständen gleichbedeutend sein mit einer Erhöhung der Leistung des Telegraphen. In Deutschland wurden Henry van Hoevenbergh in New-York seine Erfindungen vom 25. September 1883 ab unter No. 29 704 und No. 30 480 patentirt. Gemeinsam ist den beiden Erfindungen van Hoevenbergh's zunächst, dass die Einstellung des Typenrades durch Wechselströme erfolgt. Das Typenrad besitzt ferner in beiden Fällen auf seinem Umfange nur eine einzige Reihe von Typen und in beiden Fällen rückt das Typenrad bei jedem Schritte nicht blos um eine Type weiter, sondern in dem einen Falle um 2, in dem anderen um 3 Typen. In beiden Fällen wird wieder das Typenrad bei seinen Schritten auf einen bestimmten der 2 bezw. 3 zu dem betreffenden Felde gehörigen Typen eingestellt, dann aber, falls diese Type eben nicht abgedruckt werden soll, nachträglich, und zwar kurz vor dem Druck und unter Mitwirkung des Druckhebels ein Stück bewegt. Bei dem Typendrucker mit 2 Zeichen in jedem Felde stellt sich das Typenrad von selbst stets auf die erste Type des Feldes ein und muss daher noch um die Breite einer Type weiter gedreht werden, falls die zweite Type des Feldes abgedruckt werden soll. Bei dem anderen Typendrucker dagegen, bei welchem jeder Schritt das Typenrad um einen mit 3 Typen besetzten Bogen dreht, wird das Typenrad zunächst stets auf die mittlere Type eingestellt und dann noch um eine Typenbreite weiter oder zurückgedreht, wenn eine der beiden anderen Typen zu drucken ist. Hiernach war für die beiden Typendrucker eine verschiedene Durchführung des Grundgedankens erforderlich.

a) Typendrucker mit 14 zweitypigen Feldern.

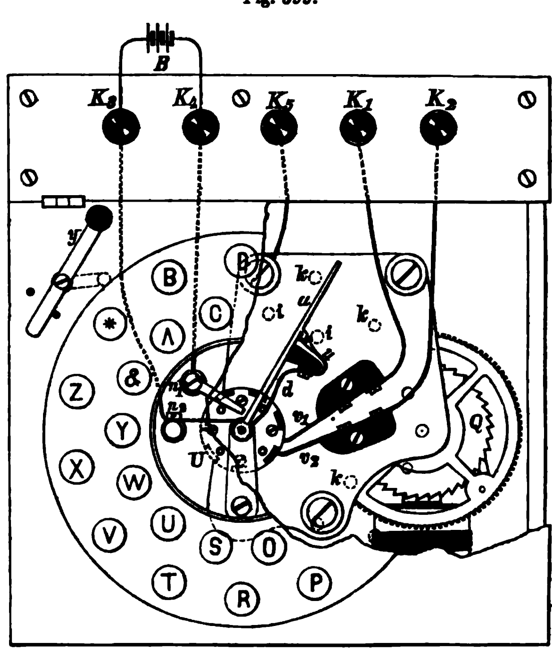
In dem Empfänger des Typendruckers mit 14 zweitypigen Feldern soll das durch Wechselströme eingestellte Typenrad nach vollendeter Einstellung in der eben erlangten Stellung verharren, wenn der letzte zur Einstellung gebrauchte Strom fortdauert, dagegen soll es nach vollendeter Einstellung noch um eine Typenbreite weiter gedreht werden, wenn der letzte Einstellungsstrom unterbrochen wird, nachdem er das Typenrad den letzten Schritt hat machen lassen.

Hierdurch war die Einrichtung des Gebers bedingt. Der Geber ward für Handbetrieb eingerichtet, doch kam bei ihm ein Triebwerk, das durch ein Gewicht getrieben werden kann, mit zur Verwendung, damit die Entsendung der einer einzigen Batterie entnommenen Wechselströme recht regelmässig würde. Das Triebwerk Q, Fig. 599, treibt ein auf lothrechter Axe sitzendes Schliessungsrad U, welches in nahe liegender Weise aus zwei gegen einander isolirten Metallscheiben besteht; die beiden Scheiben sind am Umfange mit je 7 Einschnitten

versehen, aber so mit einander verbunden, dass die zwischen den Einschnitten liegenden zahnförmigen Zwischenstücke mit einander abwechseln. Gegen die beiden Scheibenumfänge drücken sich zwei mit den Klemmen K_1 und K_2 bezw. mit der Leitung und der Rückleitung verbundene Contactfedern oder Bürsten v_1 und v_2, die um die Breite der Zahntheilung von einander entfernt sind, so dass die eine stets die obere Scheibe, die andere die untere berührt, und umgekehrt.

Die Batteriepole sind über die Klemmen K_3 und K_4 an zwei andere Contactfedern n_1 und n_2 geführt, von denen die eine n_1 beständig auf

Fig. 599.



der oberen Scheibe schleift, die andere n_2 auf einem isolirt auf der Axe sitzenden Contactringe. Auf die mit der unteren Scheibe in metallischer Verbindung stehende Axe ist ein metallener Arm a aufgesteckt, und gegen einen hakenförmigen Vorsprung desselben legt sich, Contact machend, eine an dem Arm isolirt befestigte, durch einen Draht leitend mit dem erwähnten Contactringe verbundene Feder u für gewöhnlich an. Für gewöhnlich ist also der Stromkreis im Geber geschlossen, und letzterer sendet, während er von dem Triebwerke Q in Umdrehung versetzt wird, von der Batterie B Wechselströme in die Leitung.

Es war nun nur noch die Möglichkeit zu beschaffen, nach vollendeter Einstellung das Schliessungsrad zum Stillstehen zu bringen, und zwar nach Bedarf mit oder ohne Unterbrechung der Leitung im Geber. Dazu dient der erwähnte Metallarm *a* in Verbindung mit 28, in zwei Kreisen angeordneten und mit einander abwechselnd gestellten Knöpfen oder Tasten. Jeder dieser Druckknöpfe wird durch eine um seinen Schaft gewickelte Spiralfeder nach oben gedrückt. Wird ein Knopf mit dem Finger niedergedrückt, so versperrt sein Schaft dem Metallarme den Weg; die Knöpfe des äusseren Kreises aber legen sich mit ihrem Schafte *k* unmittelbar vor den Arm *a*, nahe an dessen äusserem Ende; an den Schäften *i* der Knöpfe des inneren Kreises dagegen fängt sich die dazu mit einer vorspringenden Nase versehene, an dem Arme befestigte Contactfeder *u*, wird aber dabei von dem Vorsprunge des Armes abgedrückt, die Leitung also innerhalb des Gebers unterbrochen. Da die Contactfeder *u* vom Arm *a* aus in der Umlaufsrichtung liegt, so hat der Arm, wenn die Aufhaltung durch Niederdrücken einer Taste des inneren Kreises bewirkt wird, ungefähr nur ein Achtel des Zwischenraumes zwischen den zu beiden Seiten der niedergedrückten Taste stehenden beiden Knöpfen des äusseren Kreises zurückgelegt; der Wechsel der Stromrichtung erfolgt, wenn er den Rest dieses Zwischenraumes durchläuft. Somit bestimmt die Zahl der äusseren Tasten, an denen der Arm während der Einstellung vorübergeht bezw. erreicht, die Zahl der zur Einstellung entsendeten Ströme; der zuletzt entsendete Strom aber bleibt ununterbrochen, falls eine äussere Taste gedrückt wurde, wird dagegen unterbrochen, falls eine innere Taste niedergedrückt wurde.

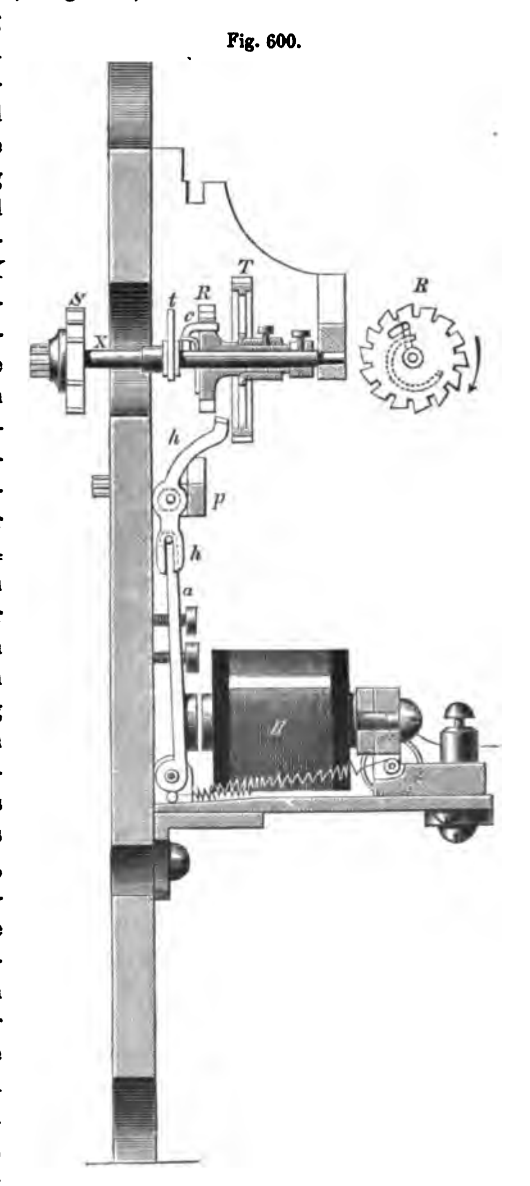
Um den Geber mit dem Empfänger in Uebereinstimmung zu bringen[22]), besitzen beide einen mit der Hand umzulegenden Hebel. Der Hebel *y* im Geber vermag den Arm *a* in derselben Lage dauernd festzuhalten, worin ihn die mit * beschriebene Taste festhält, wenn sie niedergedrückt wird. Der Hebel im Empfänger aber hält in nahe liegender, gleich näher zu bezeichnender Weise das Typenrad in derjenigen Stellung fest, bei welcher der * gedruckt wird.

In dem Empfänger durchlaufen die Wechselströme zwei liegende Hufeisen-Elektromagnete, welche sich ihre Pole zukehren. Zwischen den beiden Polpaaren liegt ein magnetischer Anker, welcher am oberen Ende eines um eine wagrechte Axe schwingenden und am unteren Ende in eine Hemmungsgabel auslaufenden Hebels sitzt. Liegt der Anker an den Polen des einen oder des anderen Elektromagnetes, so

[22]) Nicht: um den „Synchronismus" zwischen beiden herzustellen, wie die Patentschrift sagt. Es handelt sich ja um eine schrittweise Bewegung, nicht um eine schleichende; von Synchronismus kann daher gar nicht die Rede sein.

legt sich der eine oder der andere Lappen der Gabel vor einen der 7 Zähne des Steigrades *S*, Fig. 600, dessen Axe *X* ein Gewichts-Triebwerk in Umdrehung zu versetzen strebt. Wird dagegen durch die Wechselströme der Anker hin- und herbewegt, so gestattet die Gabel bei jeder Umlegung des Ankers dem Steigrad eine Drehung um einen halben Zahn. Auf der Axe *X* des Steigrades *S* sitzt zunächst der Stift oder Daumen *t*, mittels dessen eine Nase des schon erwähnten Einstellhebels die Steigradaxe hemmt, wenn das Typenrad auf den ✶ eingestellt werden soll. Hinter *t* folgt ein Rad *R* mit 14 eigenthümlich geformten Zähnen, das lose auf der Steigradaxe *X* sitzt, von dieser jedoch mitgenommen wird, weil ein rechtwinklig gebogener Stift *c* in einen Schlitz des Rades *R* hineinragt. Auf der Hülse des Rades *R* ist endlich das Typenrad *T* festgeschraubt, so dass auch dieses die Bewegung der Steigradaxe mitmacht und sich bei jedem Spiele des Ankers um zwei Typen dreht. Der erwähnte Schlitz im Rade *R* ist kreisbogenförmig und so lang, dass sich *R* auch selbstständig drehen kann, ohne seinerseits die Steigradaxe *X* mitnehmen zu müssen, jedoch nur um einen Bogen, welcher einer Drehung des Typenrades um 1 Type entspricht.

Fig. 600.



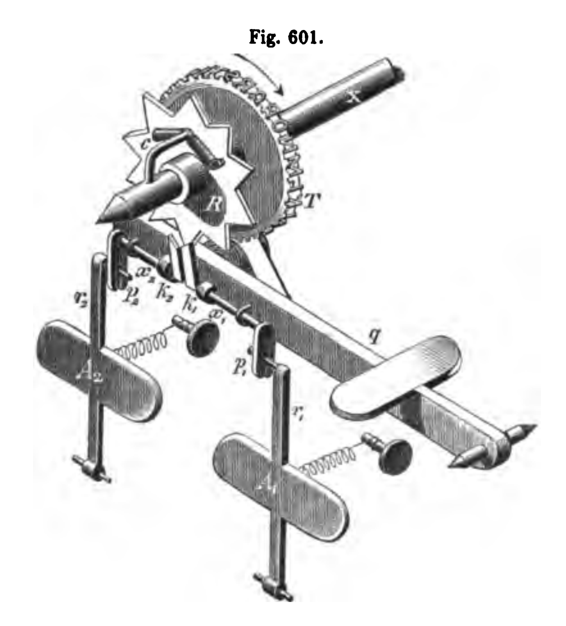
Die Schwärzung der Typen erfolgt in gewöhnlicher Weise stetig von einer Farbwalze aus. Auch die Bewegung des Papierstreifens und das Drucken bietet nichts Besonderes dar. Das Drucken besorgt ein besonderer Druckelektromagnet, welcher in einem Lokalstromkreise liegt. Diesen Lokalstromkreis beherrscht ein Relais, dessen Elektromagnetrollen hinter den Einstellelektromagneten noch in den Linienstromkreis eingeschaltet sind. Der Ankerhebel des Relais ist durch den Druckelektromagnet hindurch mit dem einem Pole der Localbatterie verbunden, von dem zweiten Pole dieser Batterie aber führen zwei Stromwege nach den beiden Contactschrauben für den Relaishebel: der eine unmittelbar nach der (unteren) Arbeitscontactschraube, der andere durch einen Hülfselektromagnet *H* und eine mit der Localbatterie gleichsinnig geschaltete Hülfsbatterie nach der (oberen) Ruhecontactschraube. Während der Einstellung durch die Wechselströme nun bleibt der auf- und abgehende Ankerhebel des Relais nur so kurze Zeit an den beiden Contactschrauben liegen, dass der Druckelektromagnet, weil dessen Abreissfeder stark gespannt ist, seinen Anker nicht anziehen und die auf dem Ankerhebel *p* sitzende Druckwalze mit dem darüber hingeführten Papierstreifen nicht gegen das Typenrad emporbewegen kann. Folgt dagegen nach beendeter Einstellung ein längerer Strom, so wird die Type, welche eben eingestellt ist, einfach abgedruckt, da der Localstrom jetzt blos den Druckelektromagnet durchläuft. Wird aber nach beendeter Einstellung der Linienstrom unterbrochen, so wird auch der Hülfselektromagnet *H* mit vom Localstrom durchlaufen, dieser Elektromagnet zieht seinen Anker an, und ein Stift im oberen Ende des einarmigen Ankerhebels *a*, dessen Spiel durch zwei Stellschrauben regulirt werden kann, dreht den Hebel *h*, dessen Axe an dem Ankerhebel *p* des Druckelektromagnetes angebracht ist, so weit um seine Axe, dass das obere Ende dieses Hebels in den Bereich der Zähne des Rades *R* kommt und beim gleichzeitigen Emporgehen des Ankerhebels *p*, und zwar noch bevor der Druck sich vollzieht, so auf einen Zahn des Rades *R* wirkt, dass dieses Rad und mit ihm das Typenrad *T* sich noch so weit dreht, als der den Stift *c* auf der Steigradaxe umfassende Schlitz gestattet, d. h. so dass sich das Typenrad *T* gerade noch um eine Type weiter dreht. Der Stift des Ankerhebels *a* greift in einen Schlitz des Hebels *h*, damit *h* frei mit *p* emporgehen kann.

b) Typendrucker mit 10 dreitypigen Feldern.

Verwandt, nur noch etwas verwickelter, ist der Typendrucker mit dreitypigen Feldern. Die Zahl der Felder ist 10; das auf der Axe *X*, Fig. 601, sitzende Steigrad hat daher nur 5 Zähne, das Typen-

rad T aber 30 Typen. Das Typenrad sitzt fest auf der Hülse eines zehnzähnigen Rades R, das lose auf die Steigradaxe aufgeschoben ist und von ihr mittels eines Winkelstiftes c und zweier von diesen zu beiden Seiten nach R hin gespannten Spiralfedern mitgenommen wird. Das Rad R kann sich aber auch unabhängig von der Steigradaxe ein Stück vorwärts oder rückwärts drehen. An dem den Druck vollziehenden Ankerhebel q des Druckelektromagnetes sind nun zwei kurze Axen x_1 und x_2 angebracht, welche an den einander zugewendeten Enden zwei Keilstücke k_1 und k_2 tragen und beim Emporgehen des Ankerhebels q verschiebend auf das Rad R wirken müssen, wenn sie zur Zeit so weit nach rückwärts gedreht sind, dass sie auf den eben

Fig. 601.



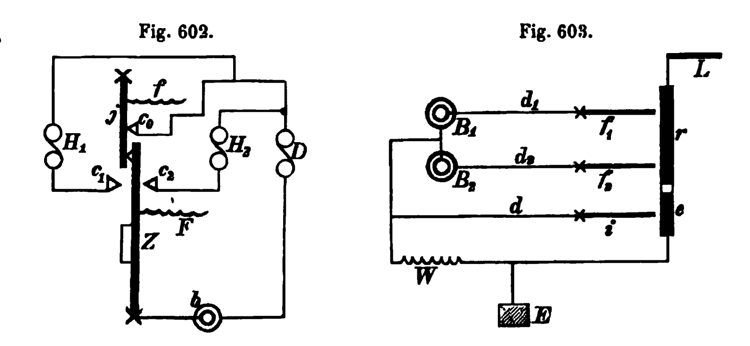
nach unten stehenden Zahn von R treffen. An den äusseren Enden der Axen x_1 und x_2 sind zwei geschlitzte Arme p_1 und p_2 angesetzt, und in jedem Schlitz ragt ein Stift hinein, welcher am Ende des einarmigen Ankerhebels r_1 oder r_2 des einen oder des anderen von zwei Hülfselektromagneten (H_1 und H_2, Fig. 602) angebracht ist.

Das Drucken besorgt wieder ein Druckelektromagnet unter Mitwirkung eines vom Linienstrome durchlaufenen Relais. Der Ankerhebel des Relais muss aber jetzt den Localstrom in drei verschiedenen Weisen schliessen; dazu muss er in drei verschiedene Lagen gebracht werden können und zwar durch die Vorgänge in der Telegraphenleitung. Ist die Leitung von einem längeren Strome von einfacher

Stärke durchflossen, so wird der Ankerhebel in einer Mittelstellung erhalten und schliesst dabei die Linienbatterie blos durch den Druckelektromagnet; ein längerer Linienstrom von grösserer Stärke bringt den Ankerhebel in eine Lage, in welcher er den Localstrom durch den Druckelektromagnet und den nach der Druckhebelaxe hin gelegenen, den Keil k_1 bewegenden Hülfselektromagnet H_1 schliesst und in Folge der Anziehung des Ankers A_1, Fig. 601, eine Verschiebung des Typenrades T um eine Type nach vorwärts veranlasst; bei einer länger dauernden Stromunterbrechung endlich führt die Abreissfeder den Ankerhebel in seine Ruhelage zurück, und in dieser sendet er den Localstrom durch den Druckelektromagnet und den auf den Keil k_2 wirkenden und durch denselben das Typenrad T um eine Type nach rückwärts verstellenden Hülfselektromagnet H_2.

Die (auch sonst schon in Amerika benutzte) Art und Weise, wie dies ermöglicht wird, verdeutlicht die Skizze Fig. 602. Der Strom von

Fig. 602. Fig. 603.



einfacher Stärke reicht zwar aus, die Spannung der Abreissfeder F zu überwinden und den Ankerhebel Z vom Ruhecontacte c_2 zu entfernen und bis an den Hülfshebel j heran zu bewegen und so die Localbatterie b durch den Druckelektromagnet D allein zu schliessen, dieser Strom vermag aber nicht, auch noch den Hülfshebel j von seinem Contacte c_0 abzuheben; es übersteigt vielmehr nur die durch einen verhältnissmässig stärkeren Strom bewirkte Ankeranziehung die vereinte Spannung der Federn F und f und erst sie kann den Ankerhebel bis an den Contact c_1 heran bewegen.

Den Geber für diesen Typendrucker mit dreitypigen Feldern hat van Hoevenbergh sowohl für Handbetrieb, wie für selbstthätigen Betrieb bei unmittelbarer Stromgebung durch einen gelochten Streifen hindurch eingerichtet.

Der Geber für Handbetrieb schliesst sich dem schon besprochenen Geber für den Typendrucker mit zweitypigen Feldern an. Der um-

laufende Arm an dem Schliessungsrade kann von dem Schafte eines jeden der 30 in drei Kreisen angeordneten Tastenknöpfe angehalten werden, wenn nur der Knopf gedrückt wird; mit dem Aufhalten des Armes schliesst die bei seinem Umlaufe zum Zwecke der Einstellung entsendete Folge von Wechselströmen ab. Wird eine Taste des äusseren Kreises gedrückt, so bleibt in dem aufgehaltenen Arme der Stromkreis einfach geschlossen, der letzte Strom wird also nur verlängert, behält aber seine bisherige Stärke bei. Der Schaft einer niedergedrückten Taste des mittleren Kreises stellt sich dagegen dem Arm an einer Stelle entgegen, wo an dem Arm eine Metallfeder angebracht ist, welche für gewöhnlich eine kurze Nebenschliessung zu einem Widerstande von entsprechender Grösse herstellt; beim Anlaufen des Armes an den Schaft wird die Feder von ihrem Auflager abgedrückt, dadurch der Widerstand in den Linienstromkreis eingeschaltet, und der auch jetzt dauernd entsendete letzte Strom wird etwa auf die Hälfte der beim Einstellen vorhandenen Stärke herabgebracht. Wenn endlich eine Taste des inneren Kreises niedergedrückt wird, so fängt sich an ihrem Schafte der umlaufende Arm an einer dritten Stelle, an welcher eine zweite Metallfeder vorhanden ist, deren Abdrücken von ihrem Auflager den Strom der Linienbatterie dauernd unterbricht.

Dieselben Wirkungen werden in dem selbstthätigen Geber mittels eines gelochten Papiertreifens hervorgebracht. Hier werden indessen die Wechselströme zwei verschiedenen Batterien, B_1 und B_2, Fig. 603, entnommen, welche mit entgegengesetzten Polen an Erde E gelegt sind. Der eine beständig offene Weg zur Erde E führt durch den entsprechend grossen Widerstand W; ein zweiter Weg kann durch die Metallwalze des Gebers hergestellt bezw. unterbrochen werden, über welche der abzutelegraphirende gelochte Streifen geführt wird. Die Vorgänge beim Abtelegraphiren und die dazu getroffenen Einrichtungen mögen mit Hülfe der durchsichtigeren Skizze in Fig. 603 geschildert werden. Die genannte Metallwalze besteht aus zwei gegen einander isolirten Theilen r und e; r steht mit der Telegraphenleitung L, e dagegen unmittelbar mit E in Verbindung. Ueber e liegt eine Contactfeder i, über r dagegen liegen zwei Contactfedern f_1 und f_2; i ist durch den Draht d auf kurzem Wege mit den an Erde gelegten Polen von B_1 und B_2 verbunden; von f_1 und f_2 führen die Drähte d_1 und d_2 nach den freien Polen. Der gelochte Streifen ist nur an denjenigen Stellen, an welchen er behufs Einschaltung des Widerstandes W in den Stromkreis die leitende Verbindung zwischen i und e aufheben soll, so breit gelassen, dass er auch über e hinweg und unter die Feder i reicht; sonst ist er auf seiner ganzen Länge so weit ausgeschnitten, dass er nur über r und unter f_1 und f_2 reicht. Der Streifen hat zwei Reihen von

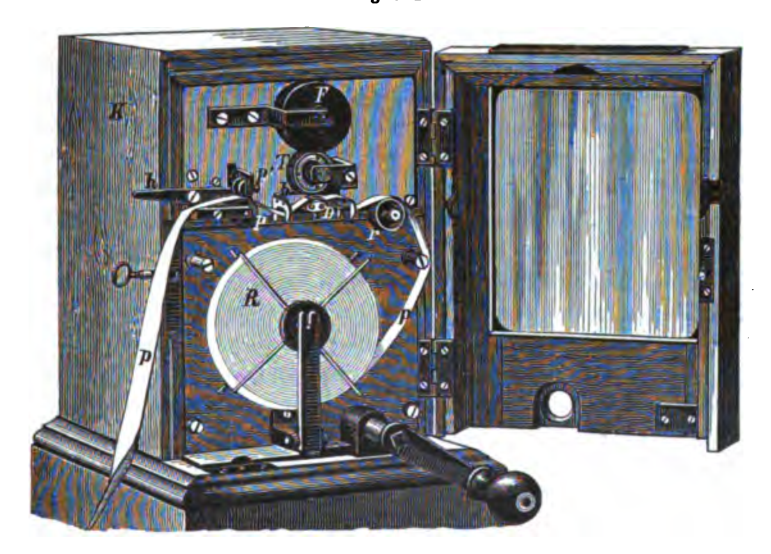
Löchern; die Löcher in beiden Reihen wechseln regelmässig mit einander ab, so dass also in regelmässiger Folge f_1 den Strom von B_1, f_2 den Strom von B_2 entsendet, indem die Federn durch den Streifen hindurchtreten und mit dem Walzentheil *r* in Verbindung treten. Das letzte Loch einer jeden Löchergruppe, welche einen Buchstaben, eine Ziffer u. dergl. darstellt, zu dessen Drucken der letzte Einstellungsstrom verlängert werden muss, ist in der Längsrichtung des Streifens verlängert, entsendet also einen längeren Strom, welcher eben zugleich der letzte der zum Einstellen verwendeten Folge von Wechselströmen ist und ausserdem das Drucken veranlasst; dieser Strom hat die nämliche Stärke wie die Wechselströme, wenn während seiner Entsendung die Feder *i* auf *e* aufliegt, er hat dagegen eine wesentlich geringere Stärke, wenn während seiner Entsendung eine breitere Stelle des Streifens zwischen *e* und *i* getreten ist. Gehört dagegen die Löchergruppe zu einem Schriftzeichen, dessen Taste in dem inneren Kreise des Gebers für Handbetrieb liegt, das demnach nur bei Unterbrechung des Linienstromes gedruckt werden kann, so hat auch das letzte Loch der Gruppe nur die nämliche Länge wie die übrigen; auf dasselbe folgt jedoch eine längere ungelochte Strecke des Streifens, welche die Federn f_1 und f_2 beide gegen *r* isolirt und eine Stromsendung von jeder der beiden Batterien verhindert.

6. *Drei Typendrucker von Siemens.*

LV. **Der Börsendrucker** ist 1874 entstanden und war zur Einführung in Paris bestimmt. Ihm ist die Aufgabe gestellt, ein Telegramm von einem Punkte aus gleichzeitig nach vielen anderen Orten zu befördern, ohne dass an diesen ein empfangender Beamter zugegen sein muss. Während sonach wegen der grössern Zahl der in dieselbe Telegraphenlinie aufzunehmenden Telegraphen die Bewegung der Typenräder durch synchron laufende Triebwerke ausgeschlossen war, empfahl es sich, nach jedem Abdruck eines Buchstabens oder sonstigen Zeichens auf den Papierstreifen das Typenrad in seine Ruhelage zurückzuführen, damit ein etwa untergelaufener Fehler sich nicht auf die nachfolgenden Zeichen fortpflanzen könne. Das Aeussere des Empfängers und einzelne Theile desselben zeigt Fig. 604 ($^1/_4$ natürl. Grösse). Der von der Rolle *R* ablaufende Streifen *p* geht, von der Feder *f* gespannt erhalten, über die Rolle *r*, zwischen der Druckwalze *D* und den Typenrädern *T* hindurch und tritt hinter den ihn fortziehenden Zugwalzen P_1 und P' aus dem Kasten *K* heraus. Damit ohne Vermehrung der Felder- und Schrittzahl mehr Zeichen gedruckt werden könnten, wurden die (52) Zeichen auf zwei neben einander liegende Typenräder mit je 28 Feldern vertheilt, die beiden Typenräder aber nicht fest auf die

Typenradaxe aufgesteckt, sondern an einer lose über dieselbe gesteckten Hülse befestigt, welche durch den Figurenwechsel auf der Typenradaxe ein Stück nach vorn, oder nach rückwärts verschoben wird, wenn unter Einstellung der Typenräder auf das erste oder letzte Feld, welche keine Typen tragen, die Druckvorrichtung in Thätigkeit versetzt wird. Zum Betrieb der Börsendrucker ist nur ein einziger Leitungsdraht nöthig, worin (mit einfachen, oder) mit Wechselströmen telegraphirt wird. Jedes Strompaar lässt das Steigrad um einen Zahn, das Typenrad um ein Feld weiter gehen; während der durch die rasch auf einander folgenden Ströme bewirkten Einstellung des Typenrades

Fig. 604.



auf das zu telegraphirende und zu druckende Zeichen bewegt ein auf der Steigradaxe sitzendes Rad eine schwingende Scheibe und den Kolben in einer winzigen Luftpumpe[23]) so hin und her, dass ein Aufhalter auf der Druckaxe nicht durch den Ausschnitt einer bis zur Hälfte ihrer Dicke ausgeschnittenen oder durchgefeilten Axe hindurchkommen, die Druckaxe also nicht umlaufen kann. Da nun auf der letzteren Axe ein Getriebe sitzt, das mit dem einen der beiden (zugleich mit je einem in die Planetenräder eingreifenden Kegelrade) lose auf die Axe eines Planetenradsystems aufgesteckten Räder im Eingriffe steht, während das Triebgewicht diese Axe, welche zugleich mit der Axe der Planetenräder selbst fest verbunden ist, in Umdrehung zu versetzen strebt, und

[23]) Vgl. Handbuch, Bd. 1, S. 302.

da das zweite lose auf die Axe des Systems aufgesteckte Rad die Drehung auf die Typenradaxe und mittels eines weiter nach vorn zu liegenden Räderpaares auf die Steigradaxe fortpflanzen kann, so treibt das Gewicht während der einstellenden Stromgebungen durch die Planetenräder das Typenrad und vermittelt so die Einstellung. Ist die Einstellung vollendet, so tritt eine längere Pause in den Stromsendungen ein, die Hemmungsgabel hält das Steigrad, die Typenradaxe und jenes zweite lose Rad fest, der Aufhalter auf der Druckaxe dagegen wird jetzt von der halb ausgeschnittenen Axe vorbei gelassen, und deshalb versetzt das Triebgewicht jetzt die Druckaxe in Umlauf. Die Druckaxe macht nun eine Umdrehung und hebt während derselben zunächst mittels eines Excenters den Druckhebel so hoch, dass der an ihm befestigte Druckstempel den Papierstreifen gegen die eingestellte Type emporstösst, wobei beide nur durch ein Loch in einem kleinen Schutz- oder Deckbleche hindurch einander berühren können, also genügend für Reinhaltung des Druckes gesorgt ist; bei seinem Rückgange nach unten greift der Druckhebel mit einem an ihm angebrachten Sperrkegel in ein Sperrrad ein und dreht so die untere der beiden Papierzugwalzen um einen Winkel, welcher gross genug ist, dass die nächste noch unbedruckte Stelle des von den Walzen fortgezogenen Streifens unter die Oeffnung des Deckbleches kommt. Nach bewirktem Druck wirkt ein zweites Excenter an der Druckaxe auf einen Winkelhebel und verschiebt durch denselben die Typenradaxe soweit nach hinten, dass sie ausser Eingriff mit der Steigradaxe tritt, und da nun, zugleich um diese Verschiebung zu ermöglichen, der vordere, das Typenrad tragende Theil der Typenradaxe mit dem hintern, von jenem zweiten losen Rade des Planetenradsystems die Bewegung übernehmenden Theile nicht aus einem Ganzen gearbeitet ist, die Bewegung von dem hintern Theile auf den vordern vielmehr nur durch eine Spiralfeder in einem Federhause unter entsprechender Anspannung der Feder übertragen wird, so wird im Augenblicke der Ausrückung des vorderen Axentheils aus der Steigradaxe die Spannung der Feder verfügbar, um das Typenrad mit dem vordern Axentheile in seine Ruhelage zurückzudrehen; erst wenn dies vollständig geschehen ist, d. h. wenn ein auf der Axe sitzender Arm an einem Anschlage eingetroffen und durch einen sofort hinter ihm einfallenden Hebel gegen ein Zurückprallen gesichert ist, vermag eine Blattfeder den bis dahin durch einen sich vorlegenden Hebel in seiner verschobenen Lage erhaltenen vordern Theil der Typenradaxe wieder so weit nach vorn zu schieben, dass das auf ihm sitzende Zahnrad mit dem zugehörigen auf der Steigradaxe wieder in Eingriff kommt.

Eine besondere Sicherungsscheibe endlich verhütet, dass der Börsendrucker etwa durch unzeitig während des Druckens eintreffende Ströme



in Unordnung gebracht werde. Die Typenräder stehen bei dem Börsendrucker und den beiden in LVI. beschriebenen Typendruckern aus einem Kautschukringe vor, welcher auf eine Messingscheibe aufgezogen ist.

Auf welches Feld die Typenräder bei ihrer schrittweisen Bewegung eingestellt werden, das hängt lediglich von der Zahl der einstellenden Strompaare ab. Damit die regelmässige, rasche Aufeinanderfolge der Stromsendungen gesichert sei, wurde der Geber auch mit einem Triebwerke ausgerüstet, dessen Gewicht mittels eines Handgriffes anzuziehen ist. Der Geber erhielt eine Claviatur mit 28, in 4 Reihen über einander stehenden Tasten, deren jede beim Niederdrücken die Verschiebung von dreien der 125 in einer Dose befindlichen Stifte veranlasst, vor diesen dreien jedoch so viele unverschoben lässt, um wie viele Felder das Typenrad zur Einstellung auf das auf die Taste aufgeschriebene Zeichen gedreht werden muss, wie viele Strompaare also dazu entsendet werden müssen. Die Stromsendung erfolgt ganz so wie bei dem schon in XLVI. erwähnten Dosenschriftgeber; der Geber des Börsendruckers ist überhaupt nur als eine entsprechend abgeänderte Form des Dosenschriftgebers anzusehen und vermittelt also ganz wie dieser ein automatisches Abtelegraphiren des auf ein an ihm angebrachtes Pult zu legenden Telegrammes.

LVI. **Typendrucker mit Magnetinductor und Typendrucker mit Selbstunterbrechung.** Aus dem Börsendrucker hat sich zunächst ein Typendrucker mit magnetoelektrischem Geber und dann ein mit Selbstunterbrechung arbeitender Typendrucker für Batterieströme entwickelt, welche beide zugleich mit einem über einer Buchstabenscheibe umlaufenden Zeiger versehen sind, damit man nach diesem das ankommende Telegramm auch ablesen könne. Bei diesen beiden Typendruckern ist die Papierrolle in wagrechter Lage im Fussbrete des Gehäuses untergebracht. Die wesentlichen Theile beider stimmen mit den Theilen des Börsendruckers überein, und der mit Federtriebwerk versehene Selbstunterbrecher besitzt selbst das doppelte, verschiebbare Typenrad; wesentlich unterscheiden sie sich aber vom Börsendrucker dadurch, dass in beiden das Typenrad nach jedesmaligem Drucken nicht in die Anfangslage zurückspringt, vielmehr stetig im Kreise herumläuft, was als eine hier zweckmässige Vereinfachung zu bezeichnen ist. Beide haben ferner nicht einen automatischen Geber, sondern der eine benutzt als Stromquelle einen gewöhnlichen, mittelst einer Handkurbel in Umdrehung versetzten Cylinderinductor, und der Magnet in seinem Empfänger ist für Wechselströme eingerichtet; der andere aber liefert nach dem Niederdrücken irgend einer der im Kreise herumstehenden Tasten durch Selbstunterbrechung eine Folge von Strömen, welche endet,

wenn der oberhalb der Tasten umlaufende Zeiger der niedergedrückten Taste gegenüber eintrifft und sich an einem durch die Taste gehobenen Stiftchen fängt. Wie nun dieser Typendrucker bezüglich der Art und Weise, wie der Zeiger gefangen wird, dem Kramer'schen Zeigertelegraphen (vgl. Handbuch, **1**, 247; **4**, 175) gleicht, so stimmt er mit demselben auch noch darin überein, dass die Selbstunterbrechung nicht eine unmittelbare (vgl. Handbuch, **1**, 231; **4**, 169), sondern eine mittelbare ist, insofern nicht schon der Ankerhebel des Elektromagnets bei seiner Bewegung den Strom unterbricht, sondern erst ein auf die Typenradaxe aufgestecktes, auf eine Contactfeder wirkendes Steigrad; in Folge dessen tritt aber die Stromunterbrechung nicht bereits ein, wenn der Strom seine elektrische Aufgabe — die Ankeranziehung — gelöst hat, sondern erst, wenn er auch seine mechanische Aufgabe — die Drehung der durch ein Federtriebwerk getriebenen Typenradaxe — vollzogen hat. Während des Empfangens lässt sich durch einen Umschalter die Vorrichtung zur Selbstunterbrechung ausschalten.

7. *Der Börsendrucker von Schäffler.*

Den Börsendrucker von O. Schäffler in Wien beabsichtigte die Privat-Telegraphen-Gesellschaft in Wien in Betrieb zu nehmen, kam jedoch zufolge des dazwischen tretenden Börsenkrachs nicht dazu. Dieser Telegraph arbeitet mit Wechselströmen in zwei Leitungen[34]); der dadurch ermöglichte Wegfall aller Abreissfedern an den Ankern der Elektromagnete soll grössere Sicherheit und Zuverlässigkeit im Gange gewähren. Vergl. Dingler's Journal, Bd. 215, S. 42; Journal télégraphique, Bd. 3, S. 66.

LVII. **Der Empfänger** besitzt zwei Elektromagnete. Der polarisirte Anker des in der Leitung L_1 (Fig. 605) liegenden gestattete bei jedem Hin- und bei jedem Hergange einem auf der Typenradaxe sitzenden Steigrade einen Schritt zu machen, wobei sich das Typenrad um ein Feld drehte; der ebenfalls polarisirte Anker des zweiten Elektromagnetes erlaubte

[34]) Gleichfalls 2 Leitungen fordert der Telegraph von de Combettes, welcher in seiner Betriebsart dem Schäffler'schen ganz nahe steht, aber mit Strömen von einer Richtung arbeitet. Vergl. Journal télégraphique, Bd. 4 (1878), S. 212. — Der gleich dem Schäffler'schen auf der Wiener Weltausstellung 1873 vorgeführte Börsendrucker von Bauer und Krebs war sogar auf drei Leitungen berechnet, von denen zwei abwechselnd zum Einstellen der Typenräder benutzt werden sollten; es war bei ihm für eine Selbstcontrole des richtigen, übereinstimmenden Ganges der Typenräder gesorgt, so dass das abgesandte Zeichen schliesslich wieder auf der Ausgangsstation eintreffen musste und erst dann, wenn dadurch nachgewiesen wurde, das Alles in Ordnung sei, bezieh. nachdem die etwa noch nicht richtig eingestellten Typenräder einzelner Telegraphen richtig gestellt worden waren, mittels der dritten Leitung das Zeichen gedruckt werden konnte.

bei jedem Uebergange aus der einen Lage in die andere der Druckaxe eine halbe Umdrehung zu machen. Steigrad und Druckaxe wurden — abwechselnd — von demselben Feder-Triebwerke in Umdrehung versetzt, welches zunächst eine Axe X_1 treibt, durch welche senkrecht die Axe X_2 eines Kegelrades k_1 hindurchgeht, deren Lager aber fest mit der Axe X_1 verbunden sind; das Kegelrad k_1 greift in zwei andere Kegelräder k_2 und k_3 ein, und überträgt die Bewegung der Axe X_1 auf k_2 bez. k_3, wenn k_3 bez. k_2 zur Zeit still steht; k_2 und k_3 stehen mit zwei Stirnrädern in fester Verbindung, von denen das eine die Bewegung auf das Steigrad, das andere auf die Druckaxe fortpflanzt[25]). Auf der Druckaxe sitzt ein Kurbelzapfen, welcher durch Winkelhebel bei der ersten halben Umdrehung das Drucken vermittelt, bei der zweiten die Papierbewegung. Eine an dem Druckhebel sitzende Nase ermöglicht im Zusammenwirken mit einer am Typenrade angebrachten Nase die Einstellung des Typenrades auf das leere Feld; die Vorgänge dabei werden in LIX. geschildert werden.

LVIII. **Der Geber**[26]) besteht aus 2 getrennten Gruppen von Contact machenden Theilen, welche die Wechselströme nach Bedarf in die Linie L_2, Fig. 605 (S. 731), der Druckelektromagnete, oder in die Linie L_1 der Einstellelektromagnete zu entsenden haben. Beides vermittelt eine Kurbel, welche sich in gewöhnlicher Weise um eine lothrechte Axe drehen kann und dabei ein auf diese Axe aufgestecktes Sperrrad in Umdrehung versetzt, das die Entsendung der einstellenden Wechselströme in die Leitung L_1 veranlasst. Ausserdem kann die Kurbel aber auch um eine wagrecht liegende Axe gedreht werden, und dabei verschiebt sich innerhalb der hohlen Kurbelaxe eine Stange nach unten, bezieh. nach oben, welche mit ihrem unteren Ende auf einen einarmigen Hebel wirkt und durch die an diesem angebrachte Contactscheibe die Entsendung eines positiven bezieh. eines negativen Stromes in die Leitung L_2 bewirkt. Durch 4 Federn, welche zugleich als Zuführungsdrähte dienen, werden gegen das Sperrrad zwei Sperrkegel angedrückt, welche jedoch so gestellt sind, dass stets abwechselnd der eine in einer Zahnlücke liegt, während der andere auf dem Rücken eines Zahnes ruht; jeder Sperrkegel trägt auf der Aussenseite 2 Contactplatten e_1 und e_2, bezieh. v_1 und v_2, Fig. 605; ferner werden durch die Federn i_1 und i_2 zwei gegen einander isolirte und auf getrennte Axen aufgesteckte Contacthebel g_1 und g_2 gegen die beiden Sperrkegel angedrückt, und

[25]) Eine ganz verwandte Anordnung ist in Fig. 171 auf S. 320 des 1. Bandes abgebildet.

[26]) Für die Einführung dieses Börsendruckers bei der Wiener Privat-Telegraphen-Gesellschaft war 1 Geber für 10 Linien in Aussicht genommen, mit geradliniger Claviatur und durch ein Gewicht getrieben.

deshalb machen, je nach der Stellung des Sperrrades, die Platten e_1 und e_2, oder die Platten v_2 und v_1 mit den Hebeln g_1 und g_2 Contact, so dass bei Drehung der Kurbel um ihre lothrechte Axe, die Batterie B Wechselströme in die Leitung L_1 entsendet, welche mit e_1 und v_1 verbunden ist.

Die Contactscheibe an dem erwähnten einarmigen Hebel, welcher durch ein Gelenk mit der innerhalb der hohlen Kurbelaxe verschiebbaren Stange verbunden ist, enthält drei Contactplatten m_1, n_1 und n_2, Fig. 605. Zwei um die Axen o_1 und o_2 drehbare isolirte Gabeln H_1 und H_2 greifen mit ihren vier Haken p_1 und q_1, p_2 und q_2 unter und über die drei Contactplatten; ihre Bewegung wird einerseits durch die isolirten Contactschrauben s_1 und s_2, andererseits durch zwei Anschlagstifte begrenzt. An jeder Gabel ist eine Nase angebracht, gegen welche durch eine Feder eine Falle angedrückt wird, so dass sich nicht nur der Bewegung der Gabeln ein gewisser Widerstand entgegensetzt, sondern dass auch innige Berührung zwischen den Haken und den Contactplatten gesichert ist, nach der Berührung aber die Gabelhaken von den Contactplatten wieder ein Stück zurückspringen und dann mit den Armen r_1 und r_2 an den Anschlagstiften, oder an den Schrauben s_1 und s_2 liegen bleiben. An die Platte m ist die Leitung L_2 geführt, damit auch in sie die Wechselströme von der Batterie B eintreten können; in den beiden Ruhestellungen der Gabeln H_1 und H_2 aber ist L_2 bei m unterbrochen.

LIX. **Schaltung und Betrieb.** Der Kupfer- und Zinkpol K und Z der Batterie B sind nach der Skizze, Fig. 605, an die Axen o_2 und o_1 gelegt. Anfänglich liegt die Kurbel in einer der Vertiefungen eines verzahnten Kranzes, über welchem sie sich (ähnlich wie in Fig. 124 auf S. 242 des 1. Bandes) im Kreise bewegen lässt; die Gabeln H_1 und H_2 haben dabei nicht die in Fig. 605 gezeichnete Stellung, sondern sie liegen mit den Armen r_1 und r_2 an den Anschlagstiften. Wird dann die Kurbel aus der Lücke ausgehoben, damit sie später behufs der Bewegung des Typenrades um ihre lothrechte Axe gedreht werden kann, so treten zunächst die Platten n_1 und m mit den Haken q_1 und q_2 in Berührung und senden den Strom der Batterie B von K aus in die Leitung L_2, bald darauf nehmen die Gabeln die in Fig. 605 gezeichnete Stellung an. Bei der Einstellung des Typenrades auf das leere Feld war nun durch einen negativen Strom der Druckhebel mit seiner Nase in den Bereich der Nase des Typenrades gebracht worden und befindet sich noch in dieser Lage; der beim Heben der Kurbel entsendete positive Strom macht daher das Typenrad frei, indem er die Zurückführung des Druckhebels bewirkt.

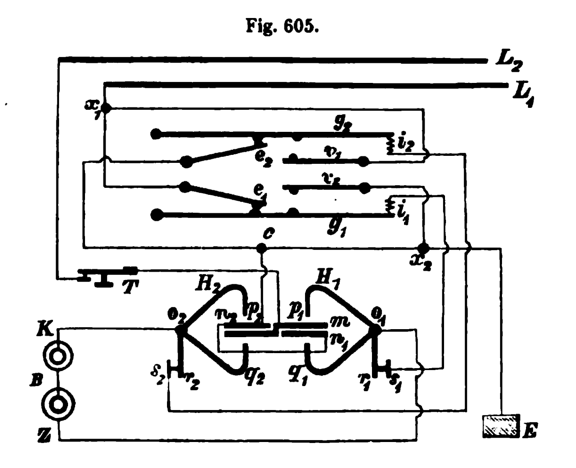




Wird jetzt die Kurbel gedreht, so gelangt der Strom der Batterie B von K aus über o_2, r_2, s_2, i_2 nach g_2 und von da abwechselnd über e_2 und x_2 zur Erde E, oder über v_1 und x_1 in die Leitung L_1, während gleichzeitig der Zinkpol Z über e_1 und x_1 mit L_1, oder über v_2 und x_2 mit E verbunden ist; ist durch die so entsendeten Wechselströme die zu druckende Type eingestellt, so wird die Kurbel wieder in eine Lücke des Zahnkranzes eingesenkt, dadurch die Stange gehoben und der Zinkstrom von p_1 über m in die Leitung L gesendet, welcher das Drucken und die Verschiebung des Papiers besorgt[27]). Der Einstellung der nächsten zu druckenden Type geht eine Hebung der Kurbel voraus, welche unter Entsendung des Kupferstromes den Druckhebel in die Ruhelage zurückführt.

Der in Fig. 605 noch sichtbare Taster T kommt nur bei der Ein-

Fig. 605.



stellung auf's leere Feld zur Verwendung (vergl. LVII.). Zu derselben muss zuerst die Nase des Druckhebels in den Bereich der Nase des Typenrades gebracht werden, was einfach durch Einsenken der Kurbel in irgend eine Lücke des Zahnkranzes geschieht, durch welche ein druckender (negativer) Strom entsendet wird; bevor darauf aber die Kurbel wieder gehoben wird, unterbricht man die Leitung L_2 durch Niederdrücken des Tasters T, damit beim Heben der Kurbel der positive Strom, welcher ja den Druckhebel in seine Ruhelage zurückversetzen würde, nicht entsendet werden kann; darauf entsendet man eine genügend lange Folge von Wechselströmen in L_1, senkt schliess-

[27]) Die im ersten Augenblicke unter Umständen mögliche Kurzschliessung der Batterie B_0 ist durch geeignete Wahl der Stellung der Sperrkegel oder der Gabelhaken leicht zu beseitigen.

lich die Kurbel in die dem leeren Felde, auf welches jetzt alle Typenräder eingestellt sein werden, entsprechende Zahnlücke und löst endlich die Taste *T* wieder los.

Um den nämlichen Buchstaben zweimal hintereinander zu drucken, braucht man nur nach dem ersten Drucke die Kurbel zu heben und gleich wieder in dieselbe Lücke einzusenken. Zwischenräume auf dem Streifen erzielt man durch Drucken auf dem leeren Felde.

8. *Die Typendrucker der Exchange Telegraph Company.*

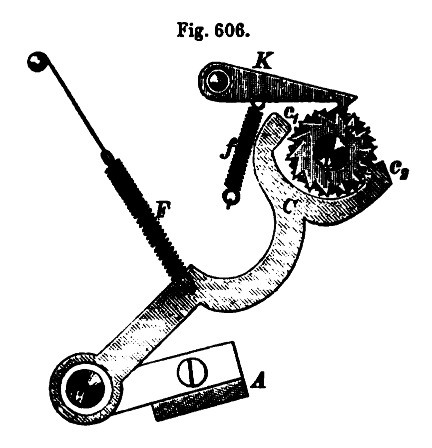
LX. **Der ältere Telegraph von Edison.** Nach dem von Fr. Higgins am 14. März 1877 in der Society of Telegraph Engineers gehaltenen Vortrage (vgl. Journal of the Society, Bd. 6, S. 122) hat die Exchange Telegraph Company in London anfänglich einen Edison'schen Typendrucker (vgl. Handbuch, 1, 390) eingeführt, welcher 2 Leitungen verlangt: eine zur Bewegung der Typenräder und eine zum Drucken. Derselbe hat 2 Typenräder mit 28 Typen und 2 leeren Feldern, welche auf einer Hülse befestigt sind und mit dieser entlang der Steigradaxe verschoben werden können; dazu müssen sie auf das eine oder das andere leere Feld eingestellt und der Druckhebel in Thätigkeit versetzt werden, wobei derselbe mittels eines Hebels und einer Lenkstange (ähnlich wie in Fig. 607, S. 736) die Hülse verschiebt; eine an der Hülse sitzende Scheibe mit 2 Schlitzen verhindert die Verschiebung bei jeder anderen Stellung der Räder. Die Ströme bewegen eine Gabel, welche mit ihren Lappen das Steigrad treiben; letzteres hat 30 Zähne und dreht sich bei jeder Stromgebung und jeder Unterbrechung um einen halben Zahn. Eine dünner Messingschirm bedeckt den Papierstreifen und verhütet, dass mehr als eine Type auf einmal gedruckt wird. Der Druckhebel hat seine Drehaxe ganz nahe am Elektromagnet liegen, damit hinreichende Kraft zu einem guten Drucke beschafft werde. Die Papierbewegung (um je 4 mm) besorgt der Druckhebel ganz so wie in Fig. 607, also in verwandter Weise, wie in Fig. 596 auf S. 714. Eine Schnecke auf der Steigradaxe bewegt bei deren Umlaufe einen Hebel so, dass sein Ende schliesslich in den Bereich eines aus der Steigradaxe vorstehenden Aufhaltstiftes gelangt; bei jeder Bewegung des Druckhebels aber hebt dieser den Hebel aus, und eine Feder führt ihn dann in seine Anfangslage zurück; jener Stift kann daher sich am Hebel nur fangen und die Typenräder auf das leere Feld eingestellt zum Stillstande bringen, wenn die Typenräder zwei oder mehrere Umläufe machen, ohne dass gedruckt wird (vgl. Fig. 608, S. 737). Der Stromschliesser des Gebers wird durch die Hand bewegt und entsendet 30 Ströme bei einer Umdrehung. Die Druckströme werden derselben



Batterie entnommen und mittels eines besonderen Tasters gegeben. Auf mehreren Linien der Gesellschaft wurden Relais benutzt.

LXI. **Die Verbesserungen von Higgins.** Nachdem schon einige nur theilweise erfolgreiche Versuche, diesen Telegraph zu verbessern, ihn namentlich zum Geben von mehr als 600 Strömen in der Minute geschickt zu machen, gemacht worden waren, hat Higgins (von der Exchange Telegraph Company) an ihm eine Reihe von wichtigen Verbesserungen angebracht. Zuerst hat er das Steigrad S, Fig. 606, und die dasselbe treibende Gabel C so gestaltet, dass das Steigrad sich bei jeder Bewegung des Ankers A um einen ganzen Zahn dreht, wobei eine grössere Geschwindigkeit (bis 70 Umdrehungen in der Minute, bei 105 Strömen) erreicht werden kann; ferner halten die Lappen c_1 und c_2 der Gabel C das Steigrad S, ausser wenn sie es drehen, in seiner

Fig. 606.



Stellung fest. Zur Verminderung der Reibung ist die Typenräder-Hülse so weit ausgebohrt, dass sie nur an ihren Enden die Steigradaxe x berührt; sie ist aus Kanonenmetall und gleitet auf polirtem Stahl. Die Schwärzwalze ist so angebracht, dass sie nur ganz leicht auf den Typenrädern lastet. Die Elektromagnetkerne sind auf $^1/_3$ ihres Durchmessers ausgebohrt und mit einem Längsschlitze versehen; die Anker sind flach.

Der Geber mit einer durch die Hand bewegten Kurbel ward durch einen andern mit 31 Tasten[38]) und mit einem Contactrade ersetzt, dessen 30 Zähne einen Contacthebel gegen eine Contactfeder andrücken, während der durch eine Feder gegen das Contactrad angedrückte Hebel

[38]) Die 31. Taste liegt in der Mitte der 16 weissen Tasten, trägt die Bezeichnung „repeat" und dient zur Unterbrechung des Druckstromkreises, wenn die Wiederholung eines Buchstabens nothwendig ist.

beim Einfallen in die nur halb so langen Lücken zwischen den Zähnen den Strom unterbricht. Das Contactrad sitzt auf einer Walze, deren 30 vorstehende und in einer Spirallinie stehende Stifte sich an einer gleichen Anzahl von den Tasten bewegter Stifte fangen können und dann die Walze zum Stillstehen nöthigen. Auch die Entfernung dieser Stifte von einander in der Spirale ist nicht gleich gross, damit eine möglichst grosse Zeit für die Magnetisation der die Typenräder treibenden Elektromagnete verfügbar gemacht werde. Ein weit kürzerer Zeitraum wird zwischen dem Aufhören des einstellenden Stromes, d. i. der dadurch zufolge des Abreissens des Ankers *A* veranlassten Bewegung der Gabel *C*, und dem Absenden des Druckstromes gelassen. Auf diese Weise wird eine viel grössere Geschwindigkeit erreicht, als wenn der Druckstrom eine gleiche Zeit nach dem Schliessen und nach dem Unterbrechen des letzten einstellenden Stromes geschlossen würde. Im Geber sind nur 3 Contacte vorhanden: einer für den einstellenden Strom, ein zweiter für den Druckstromkreis und ein dritter zur Unterbrechung des letzteren, wenn ein Buchstabe wiederholt werden muss. Ein stellbarer Regulator sichert den einstellenden Strömen eine gleiche Dauer und bewirkt, dass das Contactrad nach jedem Anhalten gleich mit voller Geschwindigkeit anläuft und sich dann gleichförmig bewegt. Einem Zersplittern der Einstellströme zufolge der Schwingungen der Contactfeder und des Contacthebels ist dadurch vorgebeugt, dass diese Theile ganz leicht gemacht sind und nur möglichst kleine Bewegungen zu machen haben. Ein Sperrrad mit 3 den Umfang in 540 Theile zerlegenden Sperrkegeln schützt gegen ein stärkeres Zurückspringen der Stiftenwalze bei jedem Anhalten und die sich daraus ergebende Unsicherheit des Contactes für den Druckstrom.

Die Leitungen liegen in London oberirdisch an den Mauern der Häuser auf Isolatoren. Ein Geber treibt 250 und mehr Empfänger in derselben Linie.

Ueber die Leistung werden a. a. O. folgende Angaben gemacht: mittlere Zahl der Ströme für jede Einstellung 4,996: mittlere Zahl der Felder für jede Einstellung: 9,992; mittlere Zahl der bei jedem Umlaufe gedruckten Zeichen 3,02. Bei einer Zählung wurden in einem Tage befördert 332 Börsentelegramme mit 4660 gedruckten Zeichen, durch 23 284 Ströme in der Einstelllinie; Papierlänge 21,34 Meter. Die durchschnittliche tägliche Leistung ist über 500 Telegramme. Bei Benutzung des Gebers mit Claviatur laufen die Typenräder gewöhnlich mit 48 Umläufen in der Minute. Bei 60 Umläufen werden etwa 150 Typen in der Minute gedruckt werden, mit dem Handgeber auf dem älteren Typendrucker höchstens 50.

9. *Amerikanische Börsendrucker.*

In den grossen Städten Amerikas haben Börsendrucker seit 1866 Anwendung gefunden. Die nachfolgenden Mittheilungen über amerikanische Börsendrucker sind Prescott, Electricity, S. 672 ff., entnommen. Als Vorläufer der Börsendrucker ist

LXII. **Laws' Goldpreiszeiger** (Gold Indicator) anzusehen. Anfang 1866 entwarf S. S. Laws in Neuyork einen Zeigertelegraphen, mittelst dessen die Schwankungen der Goldpreise mitgetheilt werden sollten. Die Gold Exchange nahm ihn in Gebrauch, um ihren Mitgliedern an der Börse die officiellen Goldpreise bekannt zu geben; 1867 wurde die Anlage erweitert, so dass die Preise gleichzeitig auch in den Geschäftsstuben der Mitglieder angezeigt wurden. Der Telegraph besass 3 Zifferblätter, von denen 2 mit den Ziffern 1 bis 0 beschrieben waren, das 3. aber mit den Brüchen $^1/_8$ bis $^7/_8$. Das 3. konnte mittels 2 Dräthen und 2 Tasten am Geber schrittweise vorwärts oder rückwärts gedreht werden, wobei der eine oder der andere von 2 Elektromagneten mittels einer Hemmungsgabel dasselbe Steigrad drehte. Vom 3. Zifferblatte aus wurden die beiden andern so, wie es bei den Zählwerken üblich ist, bewegt.

LXIII. **Calahan's Börsendrucker.** Der 1867 von E. A. Calahan in Neuyork erfundene Börsendrucker wurde durch eine Gesellschaft eingeführt; da indessen in ihm Anklänge an Laws' Telegraphen liegen, so ward zur Verhütung von Streitigkeiten eine neue Gesellschaft, die Gold and Stock Telegraph Company, gegründet, welche beide Telegraphen benutzte. Calahan benutzt im Empfänger 2 getrennte Typenräder, welche unabhängig von einander durch Ströme in 2 verschiedenen Leitungen — anfänglich unter Mitbenutzung einer Localbatterie — schrittweise bewegt werden; das eine trägt die Buchstabentypen, mit denen die abgekürzten Namen der Gesellschaften und Werthpapiere gedruckt werden: das andere ist mit den Ziffern zum Druck der Kurse besetzt. Eine und dieselbe Druckvorrichtung dient zum Abdrucken beider Typen, und die Schrift erscheint in 2 Zeilen neben einander, da die Typenräder neben einander stehen; der Druckelektromagnet ist in eine 3. Leitung eingeschaltet. Die Geber zum Entsenden der Einstellströme gleichen wesentlich denen in Bréguet's Zeigertelelegraph (vgl. Handbuch, 1, 219).

LXIV. **Der Universal Stock Printer,** Fig. 607, ist von der Gold and Stock Company auf mehreren Linien in Gebrauch genommen worden. Die beiden Typenräder sitzen fest auf einer gemeinsamen Hülse, welche auf ihrer Axe in der Axenrichtung verschoben werden kann; zur Verschiebung der Typenräder werden dieselben auf den

Punkt hinter dem „&“ oder den Punkt hinter dem „A“ eingestellt und gedruckt; im ersteren Falle wird durch die Wirkung eines aus der Druckplatte vorstehenden Stiftes auf den Verschiebungshebel *a* das Ziffernrad, im letzteren durch die ähnliche Wirkung eines zweiten Stiftes das Buchstabenrad an die Druckstelle gebracht; durch eine mit Kerbe versehene Scheibe und einen Arm mit V-förmiger Spitze am Druckhebel werden die Typenräder dann in ihrer Stellung erhalten, eine Verschiebung aber ist nur möglich, wenn die Kerbe der Scheibe

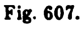
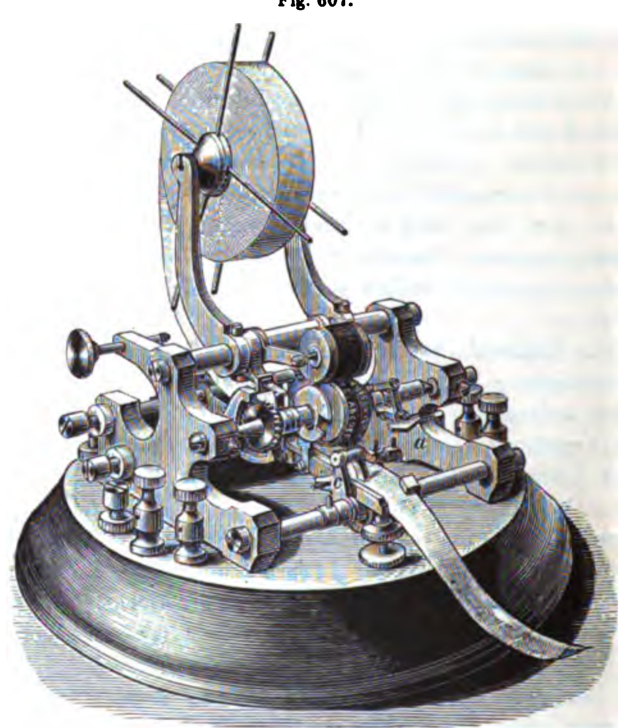


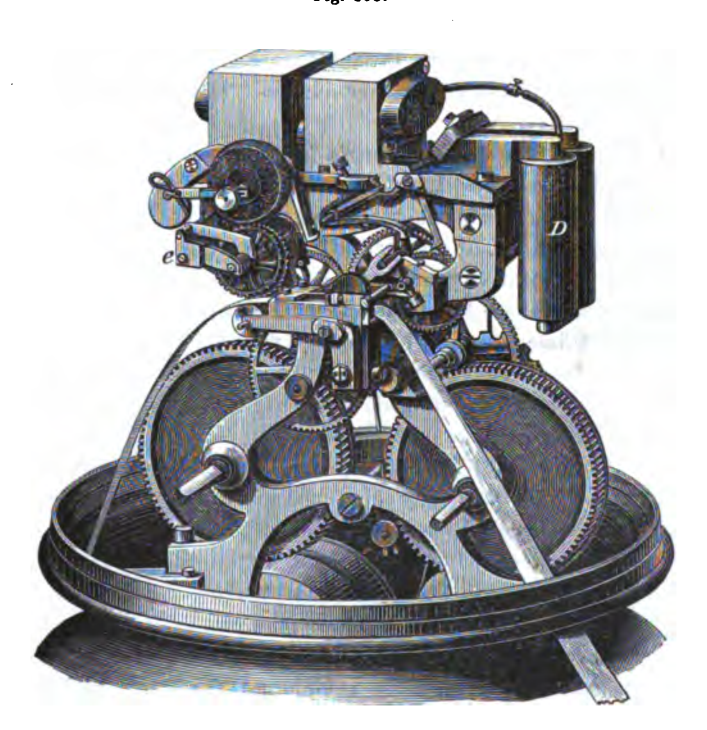
Fig. 607.



der Spitze gegenüber steht. Die Papierbewegung vermittelt der Druckhebel durch den Hebel *c* in der aus Fig. 607 leicht erkennbaren Weise (vgl. LX.). Die Einstellung der Typenräder auf den Punkt neben dem „A“ erfolgt in der auch schon in LX. beschriebenen Weise, welche mit jener in Phelps' Börsendrucker mit Elektromotor (LXV.) wesentlich übereinstimmt. Dieser Telegraph arbeitet mit 2 Leitungen; in der einen liegt der Einstellelektromagnet, in der andern der Druckelektromagnet. Das Ziffern-Typenrad enthält die Ziffern und Brüche.

LXV. **Phelps' Börsendrucker,** welcher als der vollkommenste bezeichnet wird und auf den Linien der Gold and Stock Telegraph Company ausgedehnte Verwendung gefunden hat, braucht blos eine Leitung und druckt von 2 Typenrädern Buchstaben und Ziffern; er vermag auf ziemlich langen Linien 30 Wörter in der Minute zu befördern. Er besitzt eine gewisse Aehnlichkeit mit House's Typendrucker (Handbuch, 1, 306). Der ganze Empfänger ist unter einer in Fig. 608 nicht mit abgebildeten Glasglocke untergebracht, gegen Staub und Feuchtigkeit

Fig. 608.



geschützt. Das Typenrad wird von einem Räderwerk mit Gewichts- oder Federtrieb bewegt; ein Aufziehen wird erst nach 5 bis 6 stündigem Laufen nöthig. Ein polarisirter Anker bewegt eine zurückspringende Hemmung und beherrscht so die schrittweise Drehung des Typenrades; der Anker liegt zwischen den einander gegenüberliegenden, entgegengesetzten Polen zweier in dieselbe Leitung eingeschalteter Elektromagnete. Auch der Druckelektromagnet *D* liegt in dieser Leitung, hat aber einen unmagnetischen Anker; wird dieser Anker angezogen, so beseitigt er einen Aufhalter an einem zweiten, den Druck vollziehenden Laufwerke,

auf dessen letzter Axe das Druckexcentrik sitzt. Die einstellenden Wechselströme gehen zwar auch durch den Druckelektromagnet, erregen denselben jedoch bei ihrer raschen Folge nur sehr schwach; durch den längeren Strom am Ende der Einstellung wird dagegen der Anker schnell angezogen und das Druckwerk ausgelöst. Die Papierbewegung ist dieselbe wie in dem Motor Printer (XLIII.). Die selbstthätige Einstellung auf den Nullpunkt vermitteln die bei *e* sichtbaren Theile in der schon in LX. beschriebenen Weise, welche übrigens im Grundgedanken mit jener im Motor Printer verwandt ist. Die Buchstaben- und die Ziffern-Typen sind auf 2 parallele Typenräder vertheilt, welche auf der nämlichen Axe sitzen; die Druckplatte kann vom Geber aus von dem einen zum andern Typenrade verschoben werden, und die dazu dienende Vorrichtung ist der im Universal Printer (LXIV.) benutzten ähnlich.

Der Geber ist dem in House's Typendrucker und in Froment's Zeigertelegraph (Handbuch, 1, 270) ganz ähnlich; seine Stiftenwalze wird jedoch durch einen Elektromotor bewegt, welcher dem in XLI. beschriebenen gleicht. Ein mit der Stiftenwalze im Eingriffe stehendes Zahnrad von grossem Durchmesser bewegt gleichzeitig eine um dasselbe herum angeordnete Reihe von (12 oder mehr) Stromwendern, deren jeder Wechselströme in eine besondere, vom Geber auslaufende Linie entsendet, so dass ein einziger Beamter die Kursänderungen gleichzeitig und übereinstimmend nach Hunderten von Wechselstuben und Geschäften telegraphiren kann.

LXVI. **Gray's Stadt-Typendrucker.** Als das Börsennetz der Gold and Stock Telegraph Company eine bedeutende Entwickelung erlangt hatte, kam diese Gesellschaft auf den Gedanken auch ein Stadtnetz für den Privatverkehr herzustellen und mit Typendruckern zu besetzen, damit irgend zwei Punkte des Netzes auf Verlangen mit einander verbunden werden könnten, ohne dass der dann ermöglichte telegraphische Verkehr eine besondere Uebung und Geschicklichkeit, oder wissenschaftliche und mechanische Kenntnisse erfordere. Sie baute in New York und den Vororten Long Island und New Jersey dauerhafte und gute Leitungen auf Säulen und brachte die letzteren durch eine grosse Anzahl Unterseekabel mit New York in Verbindung. Einer der besten für diesen Zweck in Vorschlag gebrachten Typendrucker ist der in Fig. 609 abgebildete, im Herbst 1871 eingeführte Automatic Printer von Gray, von welchem bis Juli 1875 nahezu 1000 Stück gebaut und in Betrieb gesetzt waren (vgl. Dingler, Journal, **217**, 468). Auf einer hübsch verzierten Eisenplatte liegen die Theile desselben unter einer Glasglocke *G* vor Staub und Feuchtigkeit geschützt. Die Claviatur mit 28 Tasten oder Knöpfen, worauf die verschiedenen Zeichen aufge-

schrieben sind, befindet sich vorn auf der Platte. Die leere Taste ganz rechts dient zur Ingangsetzung des Apparates. Hinter der Claviatur ist unter einer zweiten Glasglocke ein Relais *R* untergebracht. Das Telegramm wird auf einen von der Rolle *P* ablaufenden Streifen gedruckt. Das Typenrad wird durch eine doppelt wirkende Hemmungs-

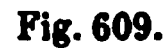


Fig. 609.

gabel umgedreht, welche mit dem Hebel des zwischen den Polen zweier Local-Elektromagnete schwingenden Ankers verbunden ist. Rückwärts am Papierrollenträger und gerade hinter dem Typenrade befindet sich in einer Messingbüchse *S* die sogenannte „Sonnenblume", d. i. eine flache ringförmige Platinscheibe, welche in radiale Streifen getheilt ist;

jeder dieser Streifen (Sectoren) ist mit einer Taste des Gebers durch einen isolirten Draht verbunden, ihre Zahl ist also der der Tasten gleich. Ein fest auf der Typenradaxe sitzender Contactarm läuft über den Streifen der Scheibe um, wenn sich die Typenradaxe dreht, und setzt diese Axe der Reihe nach mit den einzelnen Streifen in elektrische Verbindung; in denselben Stromkreis — den Linienstromkreis — sind auch die Rollen des polarisirten Relais eingeschaltet, welches die Localströme durch die Einstellelektromagnete sendet.

Wird durch Niederdrücken der rechts zu äusserst liegenden Taste der Linienstromkreis unterbrochen, so bewegt sich der Relaishebel, und die Einstellelektromagnete lassen das Typenrad sich einen Schritt drehen; dabei dreht sich der Contactarm über der Sonnenblume mit. Durch einen bei einem Telegraphen in jeder Leitung angebrachten Stromwender wird bei jeder Drehung um ein Feld die Stromrichtung umgekehrt, und so setzen das Relais und die Einstellelektromagnete die Drehung des Typenrades fort, bis der Gebende eine Taste drückt; dadurch wird der Stromweg nach dem zugehörigen Streifen der Sonnenblume unterbrochen, und wenn dann der umlaufende Contactarm auf diesem Streifen eintrifft, ist der Linienstromkreis unterbrochen, die Hemmung kann nicht mehr wirken und die Typenräder beider Telegraphen stehen still. Jetzt steht die der niedergedrückten Taste entsprechende Type dem Papierstreifen gegenüber und das Abdrucken derselben erfolgt durch einen Magnet im Localstromkreise, welcher sofort in Thätigkeit tritt, wenn der Relaisanker zu schwingen aufhört.

Personen, welche sich mit diesem Telegraphen vertraut gemacht haben, sollen 14 bis 16 Wörter in der Minute telegraphiren können. Der Telegraph hat sich auf Linien von beliebiger Länge gut bewährt.

LXVII. **Phelps' Stadt-Typendrucker** ähnelt nur äusserlich dem Gray's und stimmt in seiner Einrichtung wesentlich mit dem Börsendrucker von Phelps (LXV.) überein. Der Geber wird durch ein Laufwerk getrieben, das unter der drei halbkreisförmige Reihen von Knöpfen enthaltenden Claviatur liegt. Das Typenrad wird getrieben durch eine doppelt wirkende Hemmung, welche durch den zwischen zwei Elektromagneten aufgehängten Anker bewegt wird, wie beim Börsendrucker. Der Druckelektromagnet liegt unter der Grundplatte. Bei einer neuern Form dieses Typendruckers hat die Claviatur Tasten wie ein Pianino.

Zweiter Abschnitt.

Die telegraphischen Nebenapparate.

§. 28.

Aufgabe und Arten der Nebenapparate.

I. **Begriff.** Ausser den zum Telegraphiren überhaupt unentbehrlichen beiden Apparaten, dem Geber und dem Empfänger, welche ihrer Unentbehrlichkeit wegen mit dem Namen Hauptapparate belegt worden sind, kommen in den Telegraphenämtern nach Bedarf noch eine Anzahl anderer Apparate zur Verwendung, welche nicht gerade für das Telegraphiren im Einzelfalle unbedingt erforderlich sind und deshalb als Nebenapparate oder Hilfsapparate bezeichnet zu werden pflegen, ohne dass jedoch damit die verschiedenen Zwecke, welche durch diese Apparate erreicht werden sollen, als unwichtig und nebensächlich bezeichnet werden sollen. Im Gegentheil besitzen mehrere dieser Nebenapparate eine grosse Bedeutung für die Abwickelung des gesammten telegraphischen Verkehrs und für die gesicherte Aufrechterhaltung des Betriebes. Diese Apparate sind:

1) die Umschalter oder Wechsel;
2) die Blitzableiter;
3) die elektrischen Klingeln oder Wecker (vgl. V.);
4) die Galvanoskope oder Bussolen;
5) die Relais und
6) die künstlichen Widerstände.

Von diesen 6 Apparaten[1]) ist zunächst die Bestimmung und der Zweck kurz anzugeben, worauf die wesentlichsten zur Zeit gebräuchlichen Formen dieser Apparate ausführlicher zu besprechen sein werden.

---

[1]) Die Uebertrager oder Translatoren sind ihrer ganzen Natur nach nicht zu den Nebenapparaten zu rechnen; die Uebertragung wird — als besondere Betriebsform — n der zweiten Hälfte des 3. Bandes behandelt werden. — Die in neuerer Zeit vielfach beliebte Mitbenutzung des Wortes „Uebertrager" als Uebersetzung des Wortes „transmitter" (d. i. Geber oder Sender) ist unbedingt als eine missbräuchliche zu bezeichnen und zu verwerfen.

Uebrigens sind im ersten Abschnitte sowie in der zweiten Abtheilung gelegentlich schon einzelne derselben, namentlich Umschalter, mit berührt worden.

II. **Klemmen.** Ausser den in I. aufgeführten Nebenapparaten kommen in den Telegraphenämtern noch einfache Vorrichtungen zur Verwendung, welche den Nebenapparaten anzureihen sind. Es sind dies die Klemmen oder Klemmschrauben, welche — ähnlich wie die auf S. 138 erwähnten, beim Bau der Linien benutzten Klemmen und Muffen — zur Verbindung zweier Leitungsdrähte innerhalb der Amtsräume dienen. Klemmen kommen auch an den Telegraphenapparaten vor und ermitteln da die Verbindung der Zuleitungsdrähte mit den ins Innere der Apparate führenden Drähten. Ausserdem werden durch Klemmen theils einzelne Theile der Zimmerleitungen, theils und besonders vorwiegend die an die Apparattische herangeführten Zimmerleitungen mit den weiter nach den Apparaten führenden Tischleitungen verbunden.

Die Klemmen sind kürzere oder längere, auf isolirendem Material — meist auf trockenem, polirten Holze — aufgeschraubte prismatische Messingstücke, welche da, wo zwei Zuleitungsdrähte mit einander zu verbinden, wo zu irgend einem Zwecke leicht zu unterbrechende und wiederherzustellende Verbindungen nöthig sind u. s. w., die beiden Drathenden aufnehmen. Die Drahtenden werden bald in Löcher der Klemmen eingesteckt und durch Pressschrauben darin festgehalten, bald zu einer Oese um den Schaft einer Messingschraube herumgebogen und durch deren Kopf, bez. eine Mutter auf die Klemme festgepresst. Soll dabei die Verbindung weder mit der Hand noch mit einem gewöhnlichen Schraubenzieher gelüftet werden können, so macht man den Kopf, bez. die Mutter rund und versieht sie nur am Rande mit zwei kurzen Einschnitten, in welche nur ein bestimmter Schraubenzieher eingesetzt werden kann.

III. **Die Ab-, Aus- und Umschalter oder Wechsel.** Macht sich für gewisse Betriebszwecke eine vorübergehende Abänderung der Stromwege und Umläufe innerhalb eines Telegraphenamtes nöthig und sind namentlich derartige Aenderungen wiederholt und abwechselnd vorzunehmen, so umgeht man das sehr unbequeme und lästige Herausnehmen und Verlegen der Drähte an den Klemmen durch verhältnissmässig einfache Apparate, welche im Allgemeinen Wechsel oder Umschalter genannt werden. Die Umschalter treten insofern neben die Geber, Relais und Uebertrager, als sie eben, wie diese, Aenderungen der Stromwege und Stromläufe ausführen, allein sie unterscheiden sich von denselben wesentlich dadurch, dass die durch sie bewirkten Aenderungen mit der eigentlichen Zeichengebung in keinerlei Zusammenhange stehen, sondern

lediglich die Verbindung der Apparate unter einander und deren Benutzungsweise betreffen.

Der einfachste der hierher gehörigen Fälle ist die Ausschliessung einer Elektromagnetrolle, einer Batterie (z. B. behufs Auswechselung) und dergleichen aus einem Stromkreise, ohne Unterbrechung desselben. Die Ausschliessung erfolgt häufig durch blosse Herstellung einer Kurzschliessung zu der Rolle u. s. w. mittels eines Ausschalters; solche Ausschalter werden häufig gleich an den durch sie auszuschaltenden Apparaten, namentlich an Galvanoskopen, angebracht. Soll aber der der auszuschliessende Apparat während der Ausschliessung auch nicht von einem schwachen Zweigstrome durchlaufen werden können, so wird er — durch einen Abschalter — ganz aus dem Stromkreise herausgenommen, etwa wie dies z. B. bei den im 4. Bande, § 33, IV. beschriebenen Wärterbudentelegraphen von Siemens & Halske selbstthätig geschieht.

IV. **Die Blitzableiter.** Die in der Telegraphie benutzten Blitzableiter haben die Aufgabe, die Leitungen, die Apparate und die Beamten gegen die beschädigenden und zerstörenden Wirkungen zu schützen, welche ihnen durch atmosphärische Elektricität drohen. Dieser Schutz wird, wie schon im 1. Bande S. 506 bemerkt worden ist, theils dadurch beschafft, dass man dafür sorgt, dass elektrische Strömungen von gefährdender Stärke sich selbst den Weg nach den Apparaten abbrechen und dabei sich vielleicht zugleich einen kürzern Weg zur Erde herstellen, theils dadurch, dass man einen Weg von möglichst geringem Widerstand von der Erde bis ganz nahe an einen Punkt der Leitung heranführt, damit die hochgespannte Elektricität atmosphärischen Ursprungs anstatt durch die Apparate zu gehen, auf diesem Wege zur Erde abfliesse unter Ueberspringung eines Zwischenraumes, den die Telegraphirströme zu überspringen nicht vermögen[2]). Die Blitzableiter der zweiten Art bieten den Vortheil, dass sie, wenn sie in Wirksamkeit treten und dabei nicht etwa selbst gewisse Beschädigungen erleiden, dabei nicht zugleich den Telegraphirströmen den Weg nach den Apparaten abbrechen; bei den Ableitern der ersten Art hat man Letzteres öfters erst durch besondere Vorkehrungen zu erreichen versucht. Oft finden sich an einem Blitzableiter zugleich Theile, welche ihn sowohl in der einen, wie auch in der andern Weise zu wirken befähigen.

---

[2]) Andrew Jamieson hat in einem Vortrage in der Society of Telegraph Engineers (vgl. Journal of the Society, Bd. 5, S. 358 und 377; Telegraphic Journal, Bd. 4, S. 308) die Blitzableiter (Lightning protectors oder dischargers) eingetheilt in lightning guards und lightning arresters; die guards sind die Ableiter der zweiten, die arresters jene der ersten Art.

Je nach dem Orte, wo die Blitzableiter angebracht werden, kann man sie in Zimmer-Blitzableiter und Stangen-Blitzableiter eintheilen.

V. **Die Wecker.** Mittels der elektrischen Klingeln oder Wecker soll die Aufmerksamkeit der die Apparate bedienenden Beamten erregt werden. Die Anwendung der Wecker beschränkt sich naturgemäss einerseits auf Aemter, welche sich nicht ununterbrochen am telegraphischen Verkehre zu betheiligen haben und deren Beamten daher für die Zwischenzeit Nebenarbeiten zugewiesen werden, anderseits aber macht sich das Bedürfniss nach einem besonderen Wecker nur neben solchen Empfängern geltend, deren Zeichen nicht auf eine gewisse Entfernung hin besonders dem Ohre vernehmbar und verständlich sind.

Die elektrischen Klingeln und Wecker haben in der ersten Abtheilung des **4.** Bandes (S. 5 bis 64) eine so eingehende Behandlung gefunden, dass es hier hinreichen wird, darauf hinzuweisen, dass im Telegraphenbetriebe — abgesehen von den auf den deutschen Telegraphenlinien mit Fernsprechbetrieb benutzten, auf S. 385 beschriebenen Ruftrompeten oder Pfeifen — ausschliesslich Rasselklingeln[3]) benutzt werden, dass unter den mit einfachem Strom betriebenen die Wecker mit Selbstunterbrechung (Handbuch, **4,** 23) häufiger angewendet werden, als die mit Selbstausschluss (Handbuch, **4,** 31), dass dagegen Wecker für Wechselströme (Handbuch, **4,** 45) selten zur Verwendung kommen[4]).

Nur auf eine eigenartige Verwendungsweise der Wecker mit Selbstunterbrechung mag hier aufmerksam gemacht werden, welche 1885 bei der Deutschen Reichs-Telegraphenverwaltung in den Telegraphenleitungen mit Fernsprechbetrieb (vgl. S. 383) bei Ruhestromwerkbetrieb eingeführt worden ist. Bei derselben arbeiten die Wecker der gerufenen Aemter als Wecker mit einfachem Schlag (Handbuch, **4,** 79), der im rufenden Amte befindliche Selbstunterbrecher spielt die Rolle eines Gebers. Solange nämlich der Ruhestrom in der Leitung ununterbrochen vorhanden ist, stellt in jedem Amte der ruhende Tasterhebel *T*, Fig. 610,

[3]) Im Journal télégraphique, Bd. **10**, S. 84 (vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, 1884, S. 331) macht E. Delfieu einen Vorschlag, das Morse-Laufwerk zugleich als Laufwerk für einen Wecker (vgl. Handbuch, **4,** § 3) mitzubenutzen. Der Morse erhält dazu eine Selbstauslösung, welche sich in und ausser Thätigkeit setzen lässt, und ein Hebenagelrad, das beim Einrücken eines Armes durch diesen den Klöppel gegen die Glocke schlägt, so lange das Laufwerk läuft.

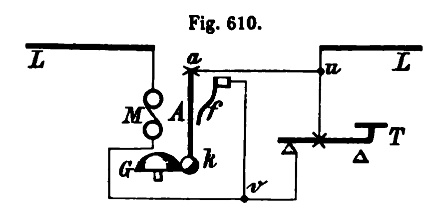
[4]) Eigenartig ist die Erzeugung der Wechselströme in Münch's telephonischem Rufer, der auf S. 404 beschrieben wurde. — Abdank-Abakanowicz hat in seinem 1883 in Wien ausgestellten (vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, 1883, S. 428) Inductor für Wechselstromwecker (D. R. P. No. 26441, vom 20. April 1883.) der Inductorspule eine schwingende Bewegung zwischen den Polen eines Hufeisenmagnetes gegeben.



einen zwischen *u* und *v* unveränderlichen Stromweg durch die Rollen des Weckerelektromagnetes *M* her, der Anker *A* bleibt deshalb angezogen und der Klöppel *k* liegt an der Glocke; der Anker kann also bei ruhendem Taster *T* nur abfallen und die Klingel rasseln, wenn an irgend einer Stelle der Ruhestrom wiederholt unterbrochen wird. Diese Unterbrechungen des Ruhestroms nun bewirkt der Ankerhebel des Weckers in dem rufenden Amte. Wenn in letzterem der Taster *T* niedergedrückt wird und eine Zeit lang niedergedrückt gehalten bleibt, so ist zunächst der Stromweg *L L* zwischen *u* und *v* unterbrochen, der Anker *A* fällt ab, stellt dabei bei seiner Berührung mit der Feder *f* einen neuen Stromweg zwischen *u* und *v* her, allein in diesem arbeitet der Wecker als Selbstunterbrecher und bringt dadurch die Wecker in den andern Aemtern zum Rasseln.

VI. **Das Galvanoskop** oder die **Bussole** giebt Auskunft über die Stärke und Richtung des in einer Telegraphenleitung vorhandenen Stromes; es ist daher bei der Aufsuchung und Eingrenzung von eingetretenen Linienstörungen von grossem Werthe. Die empfindlicheren

Fig. 610.



Galvanoskopnadeln weisen nicht nur noch weit schwächere Ströme nach, als die zum Empfangen dienenden Telegraphenapparate, sondern sie können sogar durch ihren normalen Ausschlag auf eine Verstellung, oder selbst einen organischen Fehler in einem Telegraphen hinweisen, welcher bei demselben Strome nicht arbeiten will. Durch ungewöhnlich grosse oder zu kleine Ablenkung kann die Nadel auch Störungen in der Batterie, Aenderung der Isolation der Leitung und sonstige Linienstörungen, falsche Einschaltungen u. s. w. anzeigen.

VII. **Das Relais** ermöglicht vorwiegend im empfangenden Amte die Verlegung des Empfängers aus dem einen grossen Widerstand besitzenden Linienstromkreise in einen Localstromkreis von sehr kleinem Widerstande, doch wird es zu einem verwandten Zwecke oder aus anderen Gründen mitunter im gebenden Amte neben einem Geber angewendet. Das Relais ist aber im ersteren Falle so wenig Empfänger, wie im zweiten Falle Geber.

In beiden Fällen ist es zunächst durchaus nicht nöthig, dass in dem Localstromkreise ganz die nämliche Betriebsweise (vgl. §. 20)

angewendet wird, wie auf der Linie; es kann z. B. beim Arbeiten mit Ruhestrom in den Localstromkreis sehr wohl ein auf Arbeitsstrom berechneter Morse eingeschaltet werden. Das Relais muss aber in der einen Gruppe seiner Theile den Erfordernissen des Linienstrombetriebes angepasst sein, in einer zweiten Gruppe seiner Theile dagegen den Anforderungen des Localstrombetriebes. So muss es bei seiner Verwendung neben dem Empfänger empfänglich sein für die vom Geber ausgehenden Stromzustandsänderungen im Linienstromkreise, also gewisse Eigenschaften besitzen, welche ein mit diesem Geber zusammenarbeitender Empfänger besitzen muss; dennoch ist es nicht selbst Empfänger, weil jene Stromzustandsänderungen in ihm nicht die dem empfangenden Beamten wahrnehmbaren und ihm den Inhalt des Telegramms offenbarenden Zeichen hervorbringen (vgl. §. 19), ja es spielt das Relais neben dem Empfänger gewissermassen die Rolle eines Gebers und muss daher zugleich befähigt sein, zur Hervorbringung derjenigen Stromzustandsänderungen im Localstromkreise, durch welche im Empfänger die Zeichen hervorgerufen werden. Es wird hieraus schon einleuchten, dass sich in der Einrichtung der Relais sehr grosse Verschiedenheiten finden werden, dass die Relais in sehr zahlreichen Formen auftreten.

VIII. **Künstliche Widerstände** (Rheostaten) werden in die Stromwege eingeschaltet, wenn es gilt, in diesen Stromwegen unter Anwendung von Elektricitätsquellen von gegebener elektromotorischer Kraft Ströme von bestimmter Stärke zu erhalten. In manchen Fällen darf die mittels der Widerstände erreichte Stromstärke nur sehr wenig nach oben oder unten von der verlangten abweichen, und da wird es erforderlich (ähnlich wie in §. 16), regulirbare Widerstände anzuwenden, damit die Grösse des Widerstandes jederzeit den eben vorliegenden Verhältnissen angepasst werden kann. Kommt es dagegen nur darauf an, annähernd einen Ersatz für einen ausgeschalteten Linien- oder Apparatwiderstand zu beschaffen, so kann dies durch einen merklich einfacheren künstlichen Widerstand geschehen, der sich nicht nach Bedarf vergrössern oder verkleinern lässt, ja der auch in seiner Grösse durchaus nicht ganz unveränderlich zu sein braucht.

§. 29.

Die Umschalter oder Wechsel.

I. **Eintheilung.** In den Umschaltern oder Wechseln (vgl. §. 28, III.) kommen neben festliegenden auch bewegliche Metalltheile vor, durch welche die festliegenden nach Bedarf untereinander leitend verbunden oder ausser Verbindung gebracht werden; nicht selten ist

namentlich die Zahl der festliegenden Theile verhältnissmässig gross und die Forderung gestellt, dass dieselben zu verschiedenen Zeiten in sehr mannigfacher Weise unter einander verbunden werden können. Die gut leitende Verbindung zwischen einem festen und einem beweglichen Theile vermittelt oft ein an jenem oder an diesem angebrachter federnder bez. der Wirkung einer Feder unterworfener Theil; obwohl diese metallenen federnden Theile nicht unbeweglich sind, sondern sich beim Gebrauch in verschiedener Weise namentlich durchbiegen und strecken, sind sie doch nicht als besondere Theile, sondern als Zubehör zu den festen und beweglichen Theilen, woran sie angebracht sind, zu betrachten.

Je nach der Form und Anordnung der beweglichen Theile und nach der Art und Weise, wie in ihnen die Verbindungen hergestellt und gelöst werden, lassen sich von den jetzt gebräuchlichen Umschaltern vier Arten[1]) unterscheiden:

1. die Stöpselumschalter oder Schienenumschalter (Lamellenumschalter); bei diesen haben die festliegenden Theile die Form von längeren oder kürzeren, isolirt neben oder unter einander liegenden metallenen Schienen oder Platten, die beweglichen Theile dagegen sind metallene Pflöcke oder Stöpsel und werden in entsprechende Löcher oder Schienen so eingesteckt, dass sie eine leitende Verbindung zwischen zwei oder mehreren Schienen herstellen;

2. die Kurbelumschalter oder Hebelumschalter (Klemmenumschalter); der bewegliche Theil hat hier die Gestalt einer Kurbel oder eines Armes, welcher um eine Axe gedreht werden kann; die Axe der Kurbel steht mit dem einen festen Theile in leitender Verbindung, und die Kurbel setzt diesen mit einem oder mehreren anderen festen Theilen in Verbindung, indem sie sich mit einem gewissen Drucke an bez. auf letztere anlegt, wobei sie sich entweder selbst federnd durchbiegt, oder sonstwie der Wirkung einer Feder unterliegt;

3. die Scheibenwechsel; auch hier ist ein sich um eine Axe drehender Theil vorhanden und seine Drehung wird häufig auch durch eine Kurbel oder einen Wirbel bewirkt, allein die Axe liegt nicht im Stromkreise, sondern trägt gewöhnlich eine isolirende Scheibe, in welche metallene, meist kreisförmig gebogene Theile eingelegt sind, sich mit der Scheibe drehen können und bei verschiedenen Stellungen der Scheibe und Kurbel verschiedene festliegende, sich am Umfange, oder an der Stirnfläche gegen sie andrückende Contactfedern berühren und dadurch dieselben paarweise leitend mit einander verbinden; wäre blos ein solcher verbindender Metalltheil nöthig, so könnte er mit der Axe

[1]) Ueber die Fuss- oder Tritt-Umschalter von Siemens & Halske vgl. Handbuch, 4, 290 und 489. —



aus einem Stück hergestellt werden, und dann würde der Umschalter äusserlich einem Kurbelumschalter ganz ähnlich erscheinen;

4. die Walzenumschalter; sind die Verbindungen, welche abwechselnd hergestellt und gelöst werden sollen, sehr zahlreich, so dass man der Kurbel und Scheibe eine grosse Anzahl von Stellungen zu geben hat, und sind eine grosse Anzahl von Verbindungen gleichzeitig zu lösen und herzustellen, dann lässt sich der Zweck bequemer mit einem Walzenumschalter erreichen, welcher als eine Verwachsung einer Anzahl Scheibenumschalter auf gemeinschaftlicher Axe angesehen werden kann, sich in seinem Gebrauche aber dadurch wesentlich unterscheidet, dass diejenigen der in die Walze eingelassenen und in geeigneter Weise mit einander durch Drähte verbundenen Metallstücke, durch welche gleichzeitig Verbindung zwischen den in einer oder mehreren Reihen entlang der Walze angeordneten Contactfedern hergestellt wird, in Reihen parallel zur Axe der Walze liegen, während die entsprechenden Theile der Scheibenumschalter in zur Scheibenaxe normalen Ebenen liegen.

Nicht selten wird ein Umschalter mit einem andern Apparate vereinigt; namentlich häufig mit einem Blitzableiter (§. 30), als Batteriewähler mit einem Taster u. s. w.

a) Die Stöpsel- oder Schienenumschalter.

II. **Allgemeines.** Die Stöpselumschalter mit nebeneinander liegenden Metallschienen bieten nur Gelegenheit zur Herstellung einer verhältnissmässig begrenzten Anzahl von Verbindungen, weil ja bei ihnen die durch Stöpsel zu verbindenden Schienen so geformt werden müssen, dass sie nahe an einander herantreten. In die benachbarten Seiten der Schienen werden dann im Bogen nahezu 180° umfassende, nach unten etwas kegelförmig zulaufende Löcher eingearbeitet, in welche kegelförmige Metallstöpsel eingesteckt werden können; die letzteren bestehen, wie Fig. 611 zeigt, aus dem eigentlichen metallenen Stöpsel und einem einfach aufgeschraubten oder auch ähnlich wie in Fig. 612 befestigten Knopfe oder Griffe aus Elfenbein oder Holz (vgl. auch S. 293, Fig. 280). Da zur Erzielung eines guten und sichern Contactes die Stöpsel unter einiger Drehung fest in die Stöpsellöcher eingedrückt werden müssen, so üben sie einen starken seitlichen Schub auf die Schienen aus, und letztere müssen daher, damit ihre Befestigungsschrauben nicht den Schub auffangen müssen, mit je zwei stramm in die hölzerne Unterlagsplatte sich einsetzenden Stellstiften versehen werden. In Fällen, wo nur selten die Stellung der Stöpsel in dem Umschalter geändert zu werden braucht, wendet man mitunter auch Schraubenstöpsel an, deren Metallkörper cylindrisch und mit einem



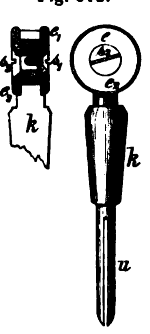
Schraubengewinde versehen ist, welches sein Muttergewinde in den Innenwänden der Stöpsellöcher findet. Bei diesen Stöpseln kann weniger leicht ein zufälliges Verstecken der Stöpsel vorkommen, wogegen natürlich das Ein- und Ausschrauben der Stöpsel unbequem ist.

Eine grössere, ja überhaupt die grösste Mannigfaltigkeit in der Herstellung der Verbindungen gewähren die Stöpselumschalter mit kreuzweise unter einander liegenden Schienen; denn da jede einzelne Schiene der einen Lage sämmtliche Schienen der andern Lage kreuzt, so kann sie im Kreuzungspunkte auch mit jeder der letzteren durch einen Metallstöpsel verbunden werden; ebenso können je zwei parallel laufende Schienen der einen Lage leitend miteinander verbunden werden, wenn man sie durch zwei Stöpsel mit derselben Schiene der andern Lage verbindet. Die Löcher werden hier nicht seitlich, sondern in der Mitte der Schienen angebracht. Bei diesen Umschaltern ist aber darauf

Fig. 611.



Fig. 612.



zu achten, dass der Stöpsel in beiden Schienen guten Contact macht. Dazu macht man oft die Löcher und Stöpsel cylindrisch und schlitzt dieselben von unten herauf und von oben herab zu einer Feder auf, die sich fest an die Innenwand des Loches andrückt. Bei den in der Deutschen Reichs-Telegraphenverwaltung gebräuchlichen derartigen Umschaltern dagegen haben die Stöpsel die aus Fig. 612 ersichtliche Einrichtung; der obere Theil k des Metallkörpers ist kegelförmig und wird fest in die ebenmässig nach unten enger werdenden Löcher der Schienen der obern Lage eingedrückt, wobei sich die beiden Theile des unteren cylindrischen Endes u frei in das betreffende engere Loch der darunterliegenden Schienen einsenken und an dessen Innenwand festdrücken; oben besitzt der Stöpsel eine ringartige Bohrung, in welche von beiden Seiten her zwei Ebonitfutter e_1 und e_2 eingeschoben und mittels der Schraube s_1 und der Mutter s_2 befestigt sind, so dass ein scheibenförmiger isolirender Griff entsteht. Auch bei diesen Umschal-

tern bringt man an den Schienen je zwei Stellstifte an und sichert ihnen so eine unveränderte Lage.

Früher pflegte man wohl auch bei Umschaltern mit unter einander liegenden Schienen an den unteren Schienen metallene, bis herauf in die Ebene der oberen Schienen reichende Vorsprünge anzubringen, wodurch die Stöpselung sich ganz so gestaltete wie bei den Umschaltern mit neben einander liegenden Schienen.

III. **Einige ältere deutsche Umschalter.** Die ältere Form des deutschen Linienumschalters mit je 12 sich kreuzenden Schienen ist im 4. Bd. S. 287 dargestellt; seine neuere Form wird in IV. besprochen werden.

Fig. 613 zeigt den Nottebohm'schen Stromwender[2]). Bei unver-

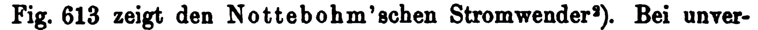
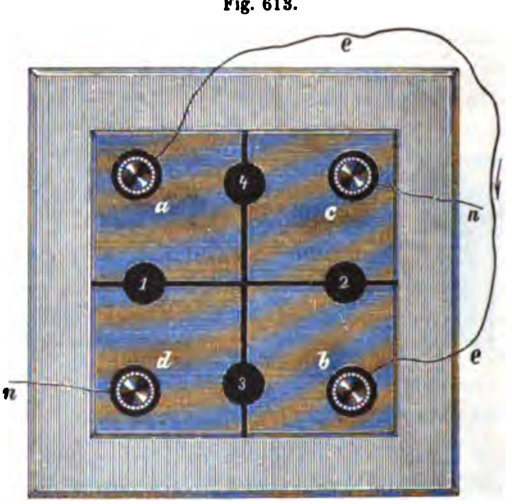


Fig. 613.



änderter Richtung des Stromes in dem nach den Klemmschrauben *a* und *b* geführten Theile *e* des Schliessungskreises wird der Strom in dem die Klemmschrauben *c* und *d* verbindenden Theile *nn* verschiedene Richtung haben, je nachdem in den Löchern 1 und 2, oder in 3 und 4 gestöpselt wird; und umgekehrt. (Vgl. auch S. 400 und 401).

Ein älterer Nottebohm'scher Umschalter[3]) für Morse-Zwischenstationen ist in Fig. 614 abgebildet und zugleich seine Verwendung in der an die beiden Schienen *L* und *L* zuführenden Zweige der durch-

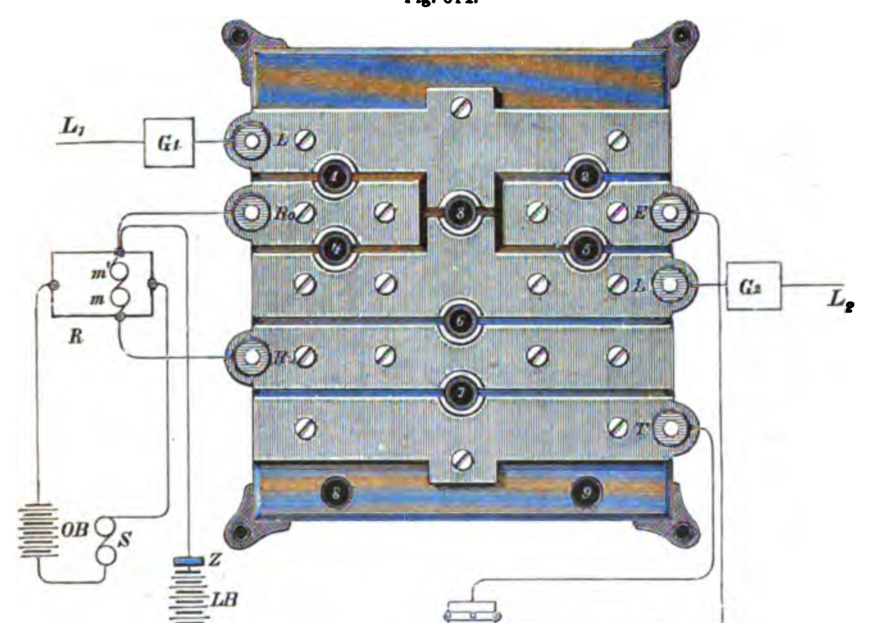
[2]) Stromwender in Form der Wippen (vgl. z. B. Dub, die Anwendung des Elektromagnetismus; 2. Aufl., Berlin 1873 S. 425 u. 426) kommen jetzt in der Telegraphie kaum mehr vor.

[3]) Vgl. Zeitschrift des Deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins, Jahrg. 1, S. 78.

gehenden Leitung $L_1 L_2$ durch Angabe der Verbindungen mit den Galvanoskopen G_1 und G_2, dem Relais R, dem Taster T, der Linienbatterie $L B$, der Erdleitung E, dem Schreibapparate S und der Localbatterie $O B$ zur Genüge angedeutet.

Der Umschalter von Borggreve[4]) für Morse-Zwischenämter (Nr. 6 a) ist in Fig. 615 in natürlicher Grösse abgebildet; bei demselben sollten durch unrichtige Stöpselung nicht — wie dies bei Nottebohm's Umschalter möglich war — Störungen des Betriebes, oder gar Unter-

Fig. 614.



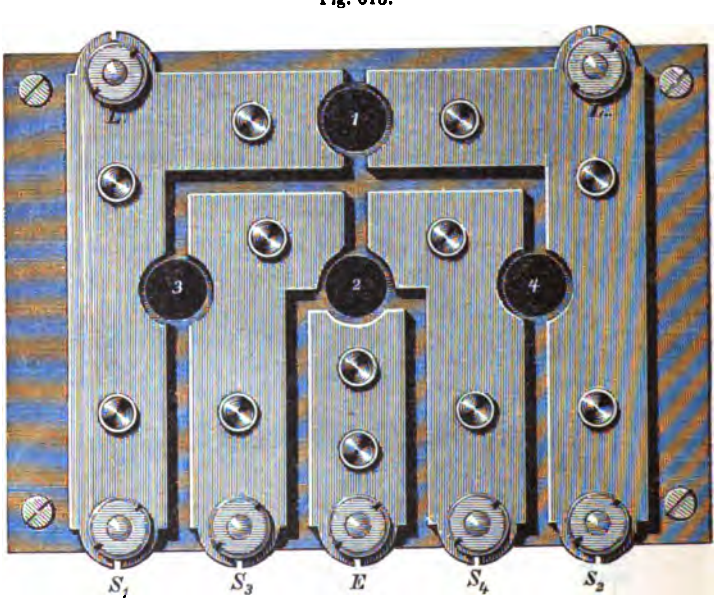
brechungen desselben veranlasst werden. Derselbe setzt das Vorhandensein zweier Apparatsätze voraus. Die beiden Linienzweige wurden durch Galvanoskope hindurch nach den beiden äusseren Schienen S_1 und S_2 geführt; die innerste Schiene E wurde unmittelbar an Erde gelegt; von S_1 bez. S_2 lief ein Draht nach der Axe des Tasters T_1 bez. T_2, von dessen Ruhecontact weiter durch das Relais R_1 bez. R_2 und endlich an die Schiene S_4 bez. S_3. Die Benutzungsweise des Umschal-

[4]) Vgl. Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, 2, 177.

ters liegt hiernach sehr nahe: wurde ein Stöpsel in das Loch 1 gesteckt, so waren in die durchgehende Linie $L_1 L_2$ nur die beiden Galvanoskope eingeschaltet; bei Stöpselung im Loch 2 war jeder der beiden Linienzweige L_1 und L_2 durch einen Apparatsatz hindurch an Erde gelegt; das Einsetzen des Stöpsels in das Loch 3 oder in das Loch 4 lieferte die sogenannte Circularstellung, bei welcher ein Apparatsatz in die durchgehende Linie $L_1 L_2$ eingeschaltet war und zwar bei Stöpselung in 3 der zwischen S_2 und S_3 eingeschaltete, bei Stöpselung in 4 hingegen der zwischen S_1 und S_4 eingeschaltete Satz.

Den älteren Umschalter Nr. 5 erläutert Fig. 616, den späteren

Fig. 615.

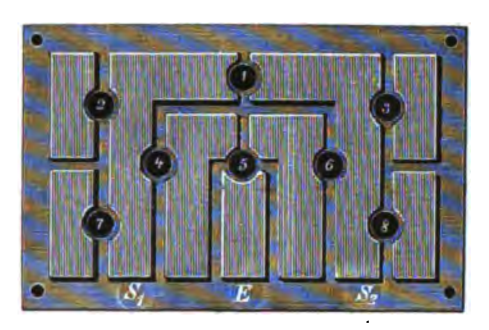


Umschalter Nr. 5 aber Fig. 617. Beide waren für Uebertragungsämter bestimmt, in denen die in Localstromkreise gelegten Schreibapparate als Uebertrager benutzt wurden. Die in Fig. 616 und 617 mit gleicher Nummer bezeichneten Stöpsellöcher entsprachen einander. Dieselben gestatteten: unmittelbare Verbindung der beiden an die Schienen S_1 und S_2 zu legenden Leitungszweige bei Stöpselung in 1; Gewitterstellung bei Stöpselung in 4, 5, 6; Einschaltung eines Apparatsatzes in die durchgehende Linie (Circularstellung) bei Stöpselung in 6 und 7, oder 4 und 8; Auflösung des Amtes in zwei Endämter (Stationsstellung) bei Stöpselung in 5, 7 und 8; Uebertragung bei Stöpselung in 2, 3

und 5. E ist in beiden Umschaltern die Erdschiene. Vergl. Dub, Elektromagnetismus, S. 450.

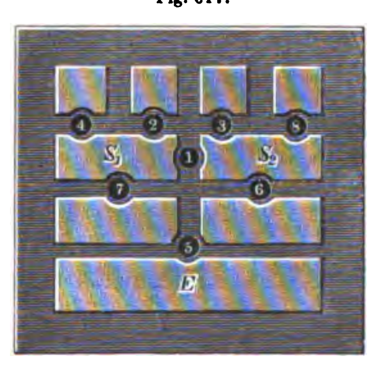
IV. **Die gegenwärtigen deutschen Umschalter.** Der in Fig. 618 und 619 in $^1/_3$ der natürlichen Grösse im Grundriss und im Längsschnitte abgebildete neuere Linienumschalter (Nr. I) ist auf höchstens

Fig. 616.



12 Linien berechnet, welche an die Klemmschrauben der 12 Schienen 1, 2, ... 12 der oberen Gruppe geführt werden[5]). Diese Schienen sind auf zwei auf die hölzerne Grundplatte G aufgesetzte Holzleisten K aufgelegt, mittels je zweier Holzschrauben auf denselben befestigt und in ihrer Lage durch je zwei Stellstifte gesichert. Auf die eine

Fig. 617.



Leiste sind zugleich noch 12 kürzere Schienen I, II, ... XII aufgeschraubt, von deren Klemmschrauben aus Drähte nach den für gewöhnlich mit den an die Schienen 1, 2, ... 12 geführten Leitungen zu verbindenden Morse-Apparatsätzen laufen. In einem Abstande von

[5]) Ein sehr zweckmässiger Linienumschalter von Siemens & Halske mit etwas anderer Anordnung ist im 4. Bande auf S. 247 abgebildet.

etwa 15 mm unter den Schienen der oberen Gruppe liegen die 12 Schienen *a, b, ... m* der unteren Gruppe, die links und rechts mit einer Kordenschraube mit eingeschnittenem Kopf zur Anlegung von Verbindungsdrähten versehen sind. Jede obere Schiene lässt sich mit jeder unteren durch einen Stöpsel von der in Fig. 612 dargestellten Einrichtung verbinden. Wird ein solcher Stöpsel in ein Loch zwischen den Schienen 1, 2, ... 12 und *I, II, ... XII* gesteckt, so findet sein unterer ge-



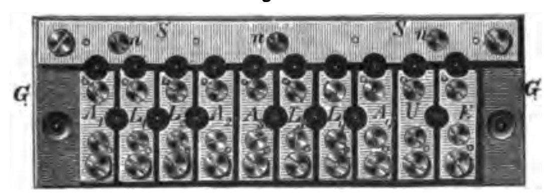
Fig. 618. Fig. 619.

schlitzter Theil *u* in einem entsprechend tiefen Loche der Leiste *K* Platz. Die Schiene *m* dient in der Regel als Erdschiene; die Schiene *l* dagegen wird mit einem Untersuchungsinstrumente verbunden. Von den 10 übrigen Schienen *a, b, ... k* der unteren Gruppe werden nach Bedarf ein oder mehrere Paare durch Drähte mit Aushülfe-Apparatsätzen in Verbindung gesetzt, die dann noch übrig bleibenden aber zur Ausführung von Umschaltungen benutzt. Dass sich u. a. je zwei der 12 Leitungen, z. B. 3 und 7, unmittelbar mit einander verbinden

lassen, wenn man — nach Herausnahme der 3 mit III und 7 mit VII verbindenden Stöpsel — diese Stöpsel in die Löcher an den Kreuzungspunkten der Schienen 3 und 7 mit einer und derselben unteren Schiene, z. B. *h*, einsteckt, ist leicht zu erkennen.

Der Umschalter Nr. II (Fig. 620; $^1/_3$ der natürlichen Grösse) dient als Linienumschalter für höchstens 4 Linien, welche an die Schienen L_1, L_2, L_3 und L_4 geführt werden; E ist die Erdschiene; von A_1, A_2 A_3 und A_4 laufen Drähte nach den 4 Apparatsätzen, von U nach einem Untersuchungsinstrumente, bez. einem Aushilfe-Apparatsatze. Vier Stöpsel verbinden für gewöhnlich L_1 und A_1, L_2 und A_2, L_3 und A_3, L_4 und A_4; ein fünfter Stöpsel steckt zwischen U und E. Die lange Schiene S ist mit 3 Holzschrauben n auf der Grundplatte G befestigt, die kurzen Schienen mit nur 2; Stellstifte sichern hier wie bei den andern Umschaltern die unveränderte Lage der Schienen. Soll eine Leitung mit Erde verbunden werden, so wird ihre Schiene und zugleich E mit S verbunden. In ähnlicher Weise können z. B. L_1 und L_3 durch S mit einander unmittelbar verbunden werden. — Auch als Batterie-

Fig. 620.

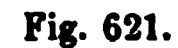


wähler liesse sich dieser Umschalter verwenden; man hätte dazu in einer Endstation für Arbeitsstrombetrieb nur die Schiene S mit der Arbeitscontactschiene des Tasters zu verbinden, den einen Pol der Linienbatterie an Erde zu legen und von der als zweiten Pol zu benutzenden Klemme der Gruppen der hintereinandergeschalteten Batterieelemente der Reihe nach Drähte nach den Schienen A_1, L_1, L_2 u. s. w. zu führen.

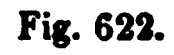
Der Umschalter Nr. III (Fig. 621, S. 756; $^1/_2$ nat. Gr.) besitzt nur zwei Schienen S_1 und S_2 mit je 2 Kordenschrauben K_1 und K_3, bez. K_2 und K_4, welche neben einander von unten her (vgl. Fig. 623) durch je zwei Holzschrauben auf einem Holzbretchen befestigt sind. Er wird als Ausschalter (vgl. §. 28, III.) für irgend einen Apparat benutzt[6]). Vergl. u. a. auch S. 396 und 397.

[6]) Der im 4. Bd. S. 286 Fig. 233 abgebildete kleine Ausschalter, welcher namentlich gut zur bequemen Auswechselung von Batterietheilen brauchbar ist, kann als eine Verschmelzung mehrerer Umschalter Nr. III betrachtet werden. Die Batterietheile werden in ganz ähnlicher Weise wie die einzelnen Rollen bei den Widerstandskästen (vgl. S. 298) zwischen zwei benachbarte Schienen geschaltet, zwischen denen durch Einstecken eines Stöpsels eine Kurzschliessung hergestellt werden kann.

Der Umschalter Nr. IV (Fig. 622; $^1/_2$ nat. Gr.) mit drei Schienen gestattet von S_2 aus durch Einstecken eines Stöpsels den Strom nach


Fig. 621.




Fig. 622.

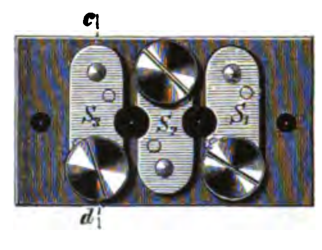
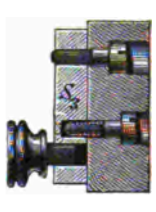
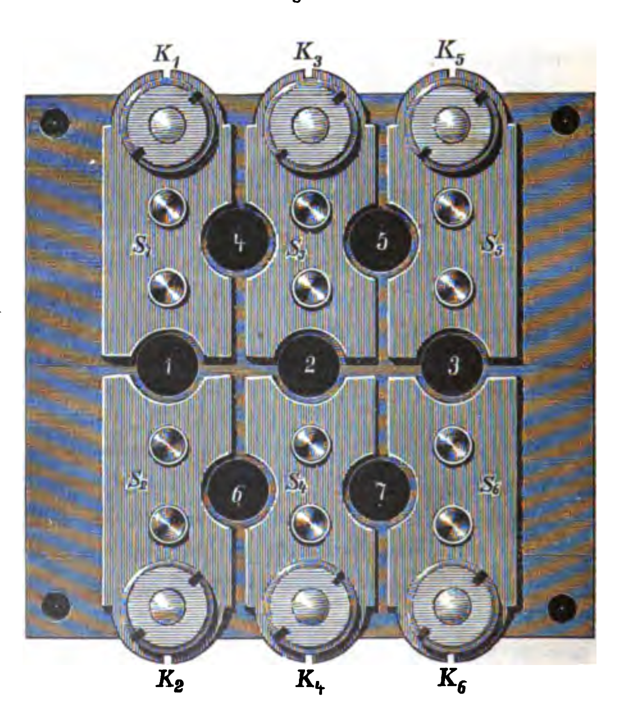


Fig. 623.



S_1 oder nach S_3 weiter zu führen (vgl. u. a. S. 399). Auch bei ihm sind die Schienen, wie der in Fig. 623 gegebene Schnitt nach der Linie *cd* sehen lässt, durch je 2 Holzschrauben von unten her auf dem

Fig. 624.



Holzbretchen befestigt und werden durch je 2 Stellstifte in sicherer Lage erhalten.

Den Umschalter Nr. VII zeigt Fig. 624 in nahezu natürlicher Grösse, in der etwas älteren Ausführung der Schrauben und der Befestigungsweise der Schienen. Seine 6 symmetrisch angeordneten Schienen gestatten eine ziemlich mannigfaltige Verwendung (vgl. u. a. S. 398, 400, 402). Wie sich derselbe in einem Amte, in welches drei Leitungen

Fig. 625.

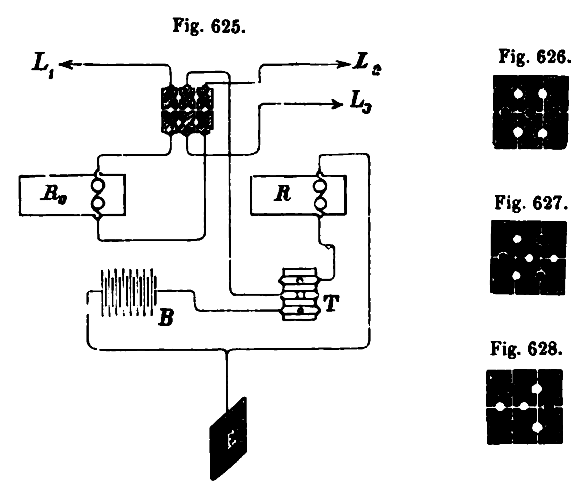


Fig. 626.

Fig. 627.

Fig. 628.

L_1, L_2 und L_3 einmünden, benutzen lässt, um irgend zwei derselben auf dem Apparate R_0 in durchgehender Leitung zu verbinden, die dritte aber auf dem Apparat R als Endstation einzuschalten, lässt Fig. 625 erkennen. Bei Stöpselung nach der kleinen Skizze 626 bilden L_1 und

Fig. 629.



Fig. 630.



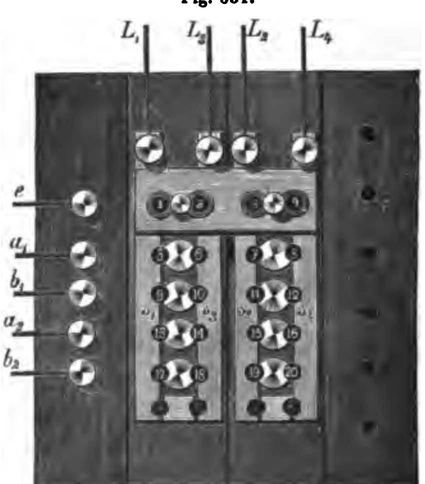
L_2 die durchgehende Linie, bei der Stöpselung nach Fig. 627 bez. 628 dagegen L_1 und L_3, bez. L_2 und L_3.

Die nur 4, bez. 5 Schienen besitzenden Umschalter Nr. VI und VI[a], welche in halber natürlicher Grösse in Fig. 629 und 630 abgebildet sind, kann man sich aus Nr. VII durch Verwachsung zweier Schienen-

paare, bez. Wiederauflösung der einen entstanden denken[7]). Dieselben stehen in der Vielseitigkeit ihrer Verwendung merklich hinter dem Umschalter Nr. VII zurück. Vgl. u. a. S. 403.

V. **Die österreichischen und schweizerischen Stöpselumschalter** unterscheiden sich abgesehen von der Schienenzahl von dem in Fig. 618 abgebildeten dadurch, dass die sich kreuzenden Schienen nicht frei über einander liegen, vielmehr sind beide Gruppen in entsprechendem Abstande über einander vollständig in einen Holzklotz eingebettet; die Schienen der oberen Gruppe liegen mit ihrer oberen Fläche bündig mit der oberen Fläche des Klotzes, die der unteren Gruppe mit ihrer unteren Fläche mitunter bündig mit der unteren Klotzfläche. Die Stöpsel, welche in der Schweiz aus Neusilber bestehen, sind cylindrisch und (vgl. II.) von unten

Fig. 631.

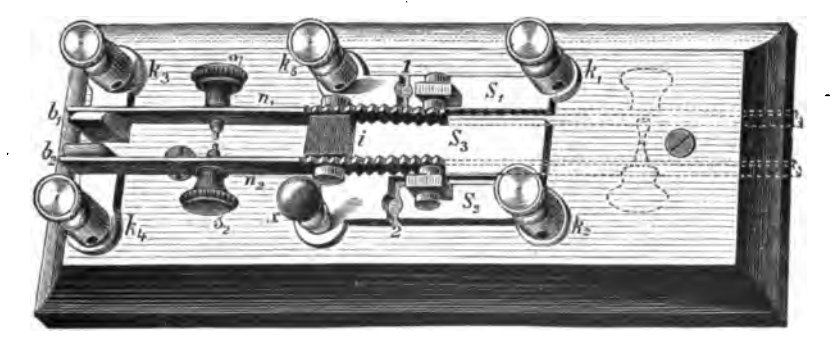


herauf und von oben herab zu etwas abstehenden Federn geschlitzt, welche sich guten Contact machend an die Innenwand der cylindrischen Löcher anlegen. Die Schienen treten an je einem Ende über den Klotz vor und sind hier mit einem Loche versehen, in welches die Zuführungsdrähte eingesteckt und mittels Pressschrauben von der Seite her festgeklemmt werden.

[7]) Der in Württemberg gebräuchliche Umschalter für Zwischenämter gleicht wesentlich dem in Fig. 629 abgebildeten Umschalter bei Weglassung der unteren Schiene S_4. Die beiden Leitungen werden an die Schienen S_1 und S_2 geführt, die Erdleitung aber an S_3 gelegt; Taster und Relais sind zwischen S_1 und S_2 geschaltet. Die möglichen Schaltungen sind hiernach leicht anzugeben. — Gewöhnlich erhält der Plattenblitzableiter für Zwischenämter eine Anordnung, bei welcher er die Dienste dieses Umschalters mit verrichten kann.

VI. **Amerikanische Umschalter.** Der in Fig. 631 abgebildete Umschalter zeigt die in den Vereinigten Staaten allgemein gebräuchliche Anordnung der Linienumschalter; seine Grösse richtet sich nach der zwischen 2 und 100 und darüber wechselnden Anzahl der von ihm aufzunehmenden Leitungsdrähte. Der hier abgebildete Umschalter ist für eine Zwischenstation mit zwei durchgehenden Leitungen $L_1 L_3$ und $L_2 L_4$ bestimmt. Die beiden Apparatsätze derselben werden mittels der Drähte a_1 und b_1, a_2 und b_2 eingeschaltet, während e zur Erdleitung führt. Die fünf Dräthe e, a_1, a_2, b_1, b_2 stehen jeder mit den beiden runden Schienen in leitender Verbindung, welche in der verlängerten Richtung eines jeden dieser Drähte zwischen den beiden Paaren von längeren Schienen s_1 und s_3, s_2 und s_4 liegen; an dem einen Ende aber ist zwischen jedes Paar dieser längeren Schienen noch eine kurze Schiene eingelegt. Die vielseitige Verwendbarkeit dieses Um-

Fig. 632.



schalters ergiebt sich hieraus und aus der in der Figur sichtbaren Anordnung der Stöpsellöcher von selbst.

Mittels des in Fig. 632 dargestellten Apparates von Gray, welcher sich als eine Verbindung von Stöpselumschalter, Kurbelausschalter, Blitzableiter und Erdschiene erweist, lassen sich die Apparate in einem Telegraphenamte sehr bequem und zweckmässig mit der Hauptleitung verbinden oder nach Belieben isoliren. Der Apparat ist so eingerichtet, dass das in einem Augenblicke geschehen kann und ohne dass eine Unterbrechung der Linie eintritt. Augenscheinlich ist er weniger leicht in Unordnung zu bringen, als die gewöhnlich für diesen Zweck verwendeten Stöpselumschalter, und ist sicher nicht weniger bequem in seiner Handhabung. Die beiden in das Amt einmündenden Zweige einer durchgehenden Linie werden an die Klemmen k_1 und k_2 geführt; von den Klemmen k_3 und k_4 laufen Drähte nach dem Apparatsatze und zurück; an die Klemme k_5 endlich, welche sich an dem nach links liegenden Vor-

sprunge der Schiene S_3 befindet, ist die Erde gelegt. Die einander zugewandten Flächen der Platten S_1, S_2 und S_3 sind geriefelt und dienen demgemäss als Blitzableiter. Wird der Stöpsel x in das Loch 1 bezw. 2 eingesteckt, so wird der an S_1 bezw. S_2 geführte Leitungszweig über S_3 mit der Erde verbunden. Auf den Schienen S_1 und S_2 sind ferner zwei bei i isolirt mit einander vereinigte Metallstäbe n_1 und n_2 gelagert, in denen zwei Contactschrauben s_1 und s_2 angebracht sind. Werden die beiden Stäbe, wie in Fig. 632, über die beiden mit den Klemmen k_3 und k_4 verbundenen Backen b_1 und b_2 gelegt, so werden sie so weit aus einander gezwängt, dass die beiden Schrauben s_1 und s_2 sich nicht berühren; dabei ist also der Empfänger in die durchgehende Leitung oder blos in den linken oder in den rechten Leitungszweig eingeschaltet, je nachdem der Stöpsel x in der Schiene S_3 (wie in Fig. 632), in dem Loche 2 oder in dem Loche 1 steckt. Soll der Empfänger von der Leitung ganz abgeschaltet werden, so werden die Stäbe n_1 und n_2 in die in Fig. 632 punktirt angedeutete Lage gebracht, und dann bringen die federnden Stäbe sofort die Schrauben s_1 und s_2 mit einander in Berührung und schliessen so die Leitung kurz.

b) Die Kurbel- oder Hebelumschalter.

VII. **Allgemeines.** Bei den Kurbelumschaltern ist besondere Aufmerksamkeit darauf zu richten, dass der Contact zwischen dem oder den beweglichen Theilen und den festen Theilen, sowie zwischen den ersteren und ihren Axen, bez. den Lagerungen derselben ein guter ist und bleibt, was man auf verschiedene Weise sicher zu erreichen versucht hat. Ueberdies ist ein guter Contact gerade nur bei einer bestimmten Stellung der Kurbel erzielt, und deshalb hat man weiter meist dafür gesorgt, dass die Kurbel genau in die verlangte Stellung gebracht werden muss und dass sie dann durch geeignete mechanische Mittel in derselben festgehalten[8]) wird, damit nicht etwa durch zufällige Verstellungen der Kurbel Betriebsstörungen und Leitungsunterbrechungen veranlasst werden.

Die Kurbelumschalter treten in der Telegraphie sehr frühzeitig auf (vgl. z. B. Handbuch, 1, 236, 246, 270).

VIII. **Verschiedene Kurbelumschalter** (vgl. auch Fig. 632 auf S. 759). Der Kurbelumschalter (Nr. V) der Reichs-Telegraphen-Verwaltung ist in Fig. 633 in $^1/_2$ der natürlichen Grösse abgebildet. Seine Kurbel k ist um die als Axe dienende Schraube a drehbar und berührt in der gezeichneten Stellung die beiden Klinken q_1 und q_2, welche von den Spiralfedern f_1 und f_2 an die in die hölzerne Grundplatte G einge-

[8]) Unter Umständen greift man selbst zum Festschrauben; vgl. z. B. Handb., 4, 480.

schraubten Stifte v_1 und v_2 herangezogen werden. Die Klinken q_1 und q_2 sind in Schlitze der Schienen eingesteckt und können sich in denselben um die Axstifte i_1 und i_2 drehen. Unterhalb des isolirenden Knopfes g steht aus der Kurbel k ein von unten her in die Kurbel eingeschraubter Messingstift hervor, wie der Schnitt Fig. 634 deutlicher sehen lässt; der Griff g ist auf das obere Ende des Stiftes aufgeschraubt. Wird nun k um seine Axe nach links, bez. rechts gedreht, so schiebt sich

Fig. 633.

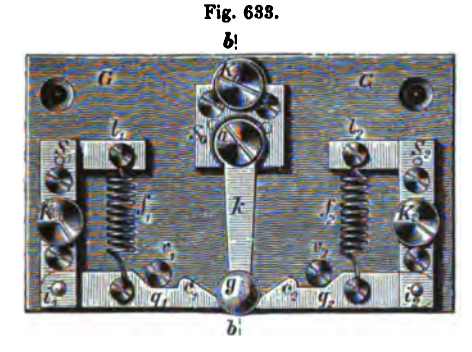
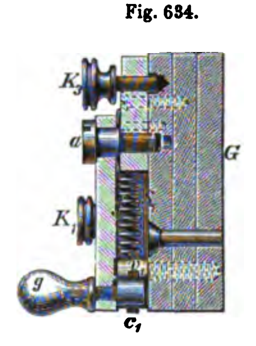


Fig. 634.



der Schraubenstift an der schrägen Fläche der Klinke q_1, bez. q_2 hin, gleitet endlich über den Vorsprung c_1, bez. c_2 der Klinke hinweg und wird nun von derselben zwischen der Klinke und dem Stifte v_1, bez. v_2 festgehalten. Die Schraube a hat unter dem Kopfe zunächst eine Schulter, welche unten aus der Kurbel k noch fast um die Dicke der messingenen Unterlagsscheibe vorsteht und ihr Muttergewinde in der

Fig. 635.



durch zwei Schrauben auf der Grundplatte G befestigten und durch zwei Stellstifte in ihrer Lage erhaltenen Messingschiene S_0 findet. Indem nun die Schraube a fest in S_0 eingeschraubt wird, biegt sie durch die Kurbel die Unterlagsscheibe durch und letztere stellt federnd einen guten Contact zwischen der Kurbel k und der Schiene S_0 her.

Der in Fig. 635 dargestellte (österreichische) Umschalter hat zwei von einander unabhängige nach unten federnde Kurbeln k_1 und k_2,

welche sich mittels des isolirenden Knopfes um ihre Axen drehen lassen. Jede Kurbel ist mit ihrer Axe an eine Klemme *a*, das Wechselmännchen, angeschraubt und überstreicht beim Drehen die im Kreise um *a* stehenden Wechselweibchen *b*, *c*, *d*, ..., von denen Drähte nach den Klemmen *p*, *q*, *r* .... geführt sind, während *a* leitend mit der Klemme *x* verbunden ist.

Siemens & Halske sichern seit 1872 bei den in Fig. 636 und 637 (in $^1/_4$ nat. Gr.) abgebildeten Umschaltern den guten Contact in anderer Weise. Die Axe der Kurbel *k* liegt unter der mittelsten *a* der drei in einer geraden Linie liegenden Holzschrauben, womit die Kapsel *D* auf das Grundbret *G* festgeschraubt ist; die Kurbelaxe sitzt am Deckel der Kapsel selbst. Die Kurbel hat an dem innern Ende einen längeren Schlitz, und durch diesen geht die Axe frei hindurch; in dem nach vorn sich erstreckenden Theile dieses Schlitzes liegt eine kräftige Spiralfeder, welche sich einerseits gegen die Schlitzwand, andererseits gegen ein die Axe lose umschliessendes Unterlegblech stemmt und so

Fig. 636.

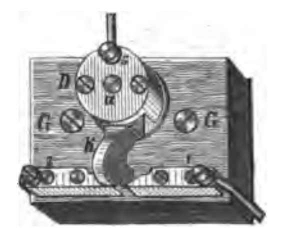


Fig. 637.

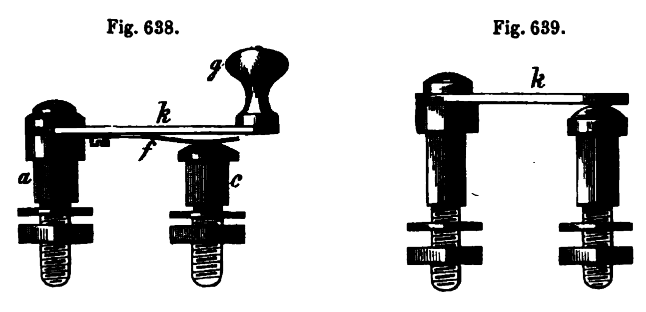


die Kurbel mit ihrer hintern, runden Schlitzwand an die Axe heranzuziehen strebt, zugleich aber auch das Unterlegblech fest an die Axe andrückt. Wird die Kurbel *k* nach links oder rechts gedreht, so stösst sie mit der Nase an ihrer unteren Seite gegen die festliegenden Messingschienen oder Klinken 1, oder 2, wird dadurch nach dem Innern der Kapsel hingeschoben und drückt die Spiralfeder zusammen; bleibt endlich die Kurbel in ihrer richtigen Stellung stehen, so erhält die Feder, wie schon während der ganzen Bewegung, einen sichern Contact zwischen Kurbel und Axe. Wenn es erforderlich ist, erhält der Umschalter noch eine weitere Schiene 3 mit einer Klinke *f*, welche durch eine Feder beständig gegen die Nase der Kurbel gepresst wird; mitunter sind auch zwei solche Schienen mit beweglichen Klinken vorhanden. Ausser von den zwei bis vier Klinken läuft ein Leitungsdraht auch von der Schraube 5 des Kapseldeckels aus. Zwischen Kapsel und Kurbel und dem auf den Tisch aufzuschraubenden Grundbrete liegt übrigens eine messingene Unterlegscheibe.

Bei dem in Fig. 638 skizzirten schweizerischen Umschalter ist unter der Kurbel *k* eine Feder *f* angebracht, welche auf dem Kopfe der Klemme *c* reibt. Die in der Schweiz gebräuchlichen Unterbrecher und kleineren Gleitwechsel (Fig. 639) sind ganz ähnlich gebaut, doch ist die Contact machende Feder weggelassen und der kürzere und etwas schwächere Hebel gleich selbst federnd gemacht; auch ist der letztere nicht mit einem isolirenden Griffe (*g* in Fig. 638) versehen.

Etwas eigenartig erscheint die Anordnung der Theile in dem in Fig. 640 abgebildeten (zunächst für Zwischen-Sprechstellen bei Fernsprech-Anlagen bestimmten) Umschalter von Hartmann und Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. Auf einem Grundbretchen sind vier Klemmschrauben L_2, E, A, und L_1 angebracht; L_1 und L_2 führen zu den beiden Leitungszweigen, E zur Erde und A endlich zum Apparat. Auf dem Bretchen ist ein kleiner Holzkasten mit dem Wecker aufgeschraubt und deckt gleichzeitig die eigentliche Umschaltevorrichtung. Zwei sich vom Grundbrete nach oben richtende Contactfedern F_1 und

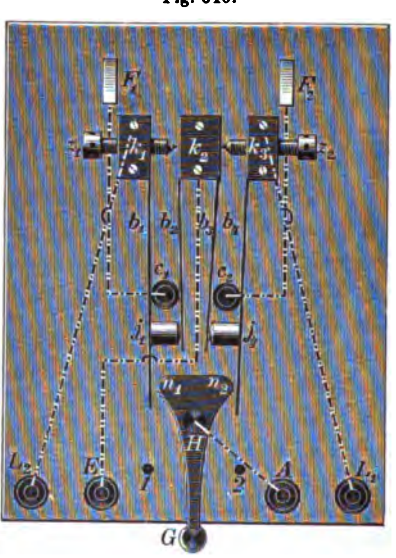
Fig. 638. Fig. 639.



F_2 stellen die Verbindung mit dem Wecker her, indem sich auf diese Federn zwei mit den Enden der Bewickelung des Elektromagnetes verbundene, von unten an das Holzkästchen angeschraubte cylindrische Metallstücke aufsetzen. Unterhalb F_1 und F_2 liegen drei Messingklötzchen k_1, k_2, k_3 aus Vierkantmessing neben einander; die Klemme L_2 ist mit k_1 und die Klemme L_1 mit k_3 leitend verbunden; k_2 ist mit Klemme E verbunden. An den beiden äusseren Klötzchen k_1 und k_3 ist je eine Blattfeder b_1 und b_4 an dem mittleren Klotze k_2 aber zwei etwas kürzere und schwächere Blattfedern b_2 und b_3 angeschraubt. Zwischen b_1 und b_2 einerseits und b_3 und b_4 andererseits sind auf dem Bretchen kleine über F_1 und F_2 mit den Zuführungen zum Wecker in leitende Verbindung gesetzte Anschlagstifte c_1 und c_2 aus Messing eingeschraubt, gegen welche sich im Ruhezustande b_1 und b_2 anlegen. Die Blattfedern b_1 und b_3 haben zwar auch das Bestreben, sich gegen c_1 und c_3 zu legen, werden aber durch auf b_1 und b_4 befestigte Isolirstücke j_1 und j_4 daran gehindert, da b_1 und b_4 etwas stärker sind als

b_2 und b_3 und die Höhe der Isolationsstücke j_1 und j_4 so bemessen ist, dass immer blos die eine oder die andere Feder sich an die Anschlagstifte c_1 und c_2 anlegen kann. Der zwischen b_1 und b_4 liegende zweiarmige Hebel H besitzt an einem Arme zwei Nasen n_1 und n_2, der andere Arm tritt unter dem Kästchen heraus und ist mit einem Griff G versehen. In seiner verticalen Ruhelage wird H durch eine kleine, in einen Körner einfassende Feder festgehalten; dabei berührt weder die Nase n_1, noch die Nase n_2 eine der Federn; jetzt geht ein z. B. aus L_1 kommender Strom durch die Klemme L_1 nach k_3, durch b_4, c_2 nach F_2, durch den Wecker nach F_1, c_1, k_1, L_2. H kann nach zwei Seiten hin aus seiner Ruhelage bewegt werden; diese Bewegung ist durch

Fig. 640.



kleine Anschlagstifte begrenzt und aussen auf dem Bretchen durch die Zahlen 1 und 2 markirt. Wird der mit der Klemme A verbundene Hebel H nach 1 herübergeschoben, so ist die Leitung L_1 eingeschaltet und L_2 ausgeschaltet; b_4 ist von c_2 abgehoben, b_3 liegt an c_2 und der Strom geht oder kommt von dem Apparat über die Klemme A, H, b_4, k_3 und L_1 in den ersten Leitungszweig; ein aus der zweiten Leitung kommender Strom geht über L_2 nach k_1, b_1, c_1, F_1, Wecker, F_2, c_2, b_3, k_2, E zur Erde. In ähnlicher Weise wird L_1 ausgeschaltet und der Apparat mit L_2 in Verbindung gesetzt, wenn H auf 2 gestellt wird. — Um endlich auch einen Schutz gegen Blitzgefahr zu haben, sind durch die beiden Klötze k_1 und k_3 Schrauben z_1 und z_2 mit Platinspitzen

geführt, welche ein Ueberspringen des Blitzes nach k_2 und zur Erdklemme E gestatten.

In Frankreich finden sich die Kurbelumschalter vielfach mit Blitzableitern (vgl. §. 30, II., Fig. 644) verbunden.

Sind die Kurbeln mehrerer Umschalter zur Herstellung gewisser Verbindungen stets gleichzeitig zu bewegen, so verbindet man dieselben bequem durch eine Schubstange und kann sie dann mittels derselben gemeinschaftlich bewegen. Dies ist z. B. bei dem im 4. Band S. 253 beschriebenen Schubwechsel Schönbachs der Fall.

c) Die Scheiben-Umschalter und Walzen-Umschalter.

IX. **Allgemeines.** Da bei den Scheibenumschaltern die Axe der Kurbel nicht, wie es bei den Kurbelumschaltern der Fall ist, als Stromweg benutzt wird, die Verbindungen vielmehr durch isolirt an der Axe angebrachte Metallstücke hergestellt werden, so kann man durch Vermehrung dieser Stücke leicht und bequem eine grössere Anzahl von Verbindungen zugleich herstellen, und dies verschafft den Scheibenumschaltern in gewissen Fällen einen Vorzug vor den Kurbelumschaltern. Ist die Zahl der Verbindungen aber eine grosse und vielleicht zugleich auch eine verhältnissmässig grosse Zahl von verschiedenen Verbindungsweisen und dem entsprechend von verschiedenen Kurbelstellungen erforderlich, so giebt man dem Umschalter zweckmässiger die Anordnung eines Walzenumschalters (vgl. I.).

Auch die Scheibenumschalter tauchen in der Telegraphie schon frühzeitig auf; vgl. Handbuch, 1, 230.

Walzenumschalter (von Schönbach, bez. Siemens & Halske) sind im Handbuche, 4, 254 und 439, beschrieben.

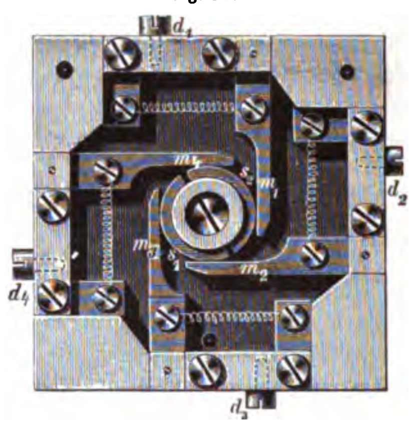
Zu den Scheibenumschaltern ist auch der „automatische Umschalter“ von Jaite, welcher auf S. 433 des 1. Bandes (vgl. auch Dub, Elektromagnetismus, S. 563) erwähnt ist, zu rechnen.

X. **Stromwender als Scheibenumschalter.** Bei der durch Fig. 641 versinnlichten, in Fig. 524, auf S. 620 in einer neueren Ausführung dargestellten Anordnung lässt sich der Scheibenumschalter u. a. bequem als Stromwender benutzen. In der gezeichneten Stellung setzt der Bügel s_2 durch die metallenen Hebel m_1 und m_4 die Klemmen d_1 und d_4 in Verbindung, der Bügel s_1 dagegen verbindet durch m_2 und m_3 die Klemmen d_2 und d_3.

Dieser Umschalter war bis vor kurzem an den Hughesapparaten in Deutschland in Gebrauch als Stromwender für die Elektromagnetrollen, und zwar in Verbindung mit dem in Fig. 642 abgebildeten Kurbelumschalter, welcher die Auswahl unter den beiden Telegraphirbatterien gestattete (vgl. §. 27, XXI und XXII.). Bei dieser Verbindung,

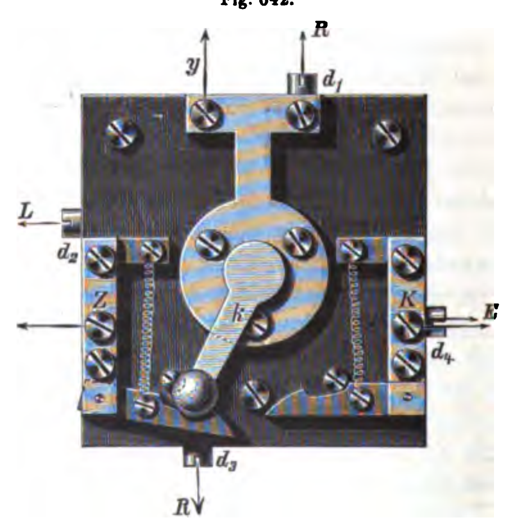
von welcher Fig. 642 die Ansicht von oben, Fig. 641 die Ansicht von unten bietet, war die s_1 und s_2 tragende Scheibe auf die nämliche Axe aufgesteckt wie die Kurbel k; der Kupferpol der einen Telegraphir-

Fig. 641.



batterie war an die Klemme K, der Zinkpol der zweiten an die Klemme Z geführt. Von der Kurbel k ging der Strom weiter nach der Klemme y, dem Geber und schliesslich in die Leitung. An die Klemmen d_2

Fig. 642.



und d_4 waren der von der Leitung L kommende und der nach der Erde E führende Draht geführt, zwischen den Klemmen d_1 und d_3 endlich die Rollen R des Empfängers eingeschaltet.

Eine andere Verwendung dieses Umschalters ist im 4. Bande, S. 230 besprochen.

Zu den Scheibenumschaltern gehört auch der in der Elektrotechnischen Zeitschrift, 1883, S. 297 in seiner älteren Form abgebildete Umschalter für die Zwischenstellen in den städtischen Fernsprechnetzen des Reichs-Postamts, mit welchem in Betreff der auszuführenden Verbindungen der in Fig. 640 abgebildete Umschalter übereinstimmt.

§. 30.

Die Blitzableiter.

I. **Arten.** Die Blitzableiter lösen ihre Aufgabe, die in §. 28, IV. bereits angegeben worden ist, in einer der beiden ebenda schon bezeichneten Weisen. Zu Blitzableitern der ersten Art, welche sich selbst den Weg nach den Apparaten abbrechen, sind zwar, entsprechend dem Blitzableiter von Reid (vgl. Handbuch, **1**, 510), auch in neuerer Zeit noch Vorschläge gemacht worden, welche darauf ausgehen, die elektrische, bez. elektromagnetische Anziehung zu benutzen. Die elektrische Anziehung wollte der Elektriker der Japanischen Telegraphen, J. Rymer-Jones, in einer an ein Elektrometer von W. Thomson erinnernden Weise verwerthen (vgl. Telegraphic Journal, Bd. **6**, S. 490). Ganz die nämliche Einrichtung wie Reid's Blitzableiter besass der Telephon-Protector, welchen Dr. R. Wreden 1883 in Wien in der russischen Abtheilung ausgestellt hatte; der Blitzableiter aber, welcher für Perley P. Belt in Columbus, Kansas, patentirt worden und im Scientific American, Bd. **54**, (1886), S. 291 beschrieben ist, erweist sich als eine Verdoppelung des Reid'schen. Alle in ausgedehnten Gebrauch gekommenen Blitzableiter dieser ersten Art enthalten jedoch Abschmelzdrähte[1]). Von den Blitzableitern der zweiten Art scheinen die Plattenblitzableiter im Vergleich mit den Spitzenblitzableitern in neuerer Zeit vorwiegender in Aufnahme gekommen zu sein, die Schneidenblitzableiter dagegen mehr und mehr ausser Gebrauch zu kommen.

---

[1]) Die Wiener Ausstellung von 1883 war auch mit einer Reihe von neueren Blitzableitern mit Abschmelzdrähten beschickt worden, welche mit einer, z. Th. sehr einfachen Anordnung zum selbstthätigen Ersatz der geschmolzenen Drähte versehen waren. Vgl. Elektrotechnische Zeitschrift. 1884, S. 36. — Mit einem derartigen Blitzableiter hatte u. a. Wittwe De Vos die Pariser Elektricitätsausstellung 1881 beschickt. Bei demselben waren die Abschmelzdrähte von einem Hartgummirahmen nach der Axe des Rahmens gespannt; das Ganze ruht stets mit dem untersten der noch nicht geschmolzenen Drähte auf einem Metallstege; nach dem Abschmelzen dieses Drahtes senkt sich der Rahmen, bis sich der nächste Draht auf den Rahmen auflegt.

Von Stangenblitzableitern (vgl. auch Handbuch, **1**, **511**) ist der in der Deutschen Reichs-Telegraphenverwaltung verwendete bereits auf S. **143** beschrieben worden. In jüngster Zeit ist jedoch die Einrichtung desselben noch insofern abgeändert worden, als behufs besserer Dichtung zwischen die auf einander liegenden Kreisflächen der beiden Hülsen H_1 und H_2 eine kreisförmige, vulcanisirte Gummiplatte eingelegt, die Stütze S aber unterhalb der Kreisfläche von H_2 mit einer Schulter versehen worden ist, zwischen welche und H_2 ein vulcanisirter Gummiring eingelegt wird. Die drei Schrauben, womit die Platte P auf H_1 aufgeschraubt wird, und die drei Schrauben, mit denen der Träger M von aussen an H_1 befestigt wird, liegen mit einander abwechselnd in den Ecken eines regelmässigen Sechsecks, so dass sie innerhalb H_1 nicht auf einander treffen können. Ein verwandter Blitzableiter von Oppenheimer in Manchester ist auf S. **143** (vgl. auch Telegraphic Journal, Bd. **7**, S. 127) abgebildet; von denselben ist nach den Angaben von Preece (Electrician, Bd. **3**, S. 281) eine grosse Anzahl nach Australien gesandt worden. Eine andere Anordnung hat J. F. Vaes in Rotterdam in Vorschlag gebracht (vgl. Journal télégraphique, Bd. **3**, S. 159; Dinglers Journal, Bd. **218**, S. 207 u. 462). Der Stangenblitzableiter von F. Süss in Klausenburg enthält innerhalb einer mit der Erde in Verbindung zu setzender Metallhülse einen aus mehreren mit spitzen Zähnen versehenen Scheiben gebildeten Metallkörper, welcher mit der Telegraphenleitung verbunden wird. Vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, **1882**, S. 333.

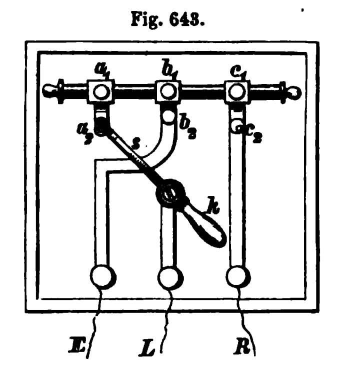
Die nachfolgenden Seiten werden sich fast ausschliesslich mit den Zimmerblitzableitern zu beschäftigen haben; diese erhalten nicht selten eine Anordnung, welche sie zugleich als Umschalter verwendbar macht.

II. **Die Blitzableiter mit Abschmelzdrähten.** Die in Deutschland in den Telegraphenleitungen mit Fernsprechbetrieb benutzten Spindelblitzableiter sind bereits auf S. 391 ff. ausführlich besprochen worden. Bei den im Stadtfernsprechbetriebe benutzten Ableitern ist auf die Platten S_1 und S_2, Fig. 325, noch ein Paar an den Seiten gezahnter Platten (vgl. Fig. 652, S. 774) aufgeschraubt.

Die in England ganz allgemein gebräuchlichen Blitzableiter (vgl. u. a. S. 568) bestehen aus einem nahezu 10 cm langen und 1,25 cm dicken Messingcylinder, in welchen an den beiden, etwas verdickten Enden je eine Ebonithülse eingesetzt ist. Um den Cylinder sind in seiner ganzen Länge zwischen den verdickten Enden neben einander zwei doppelt mit Seide übersponnene Kupferdrähte gewickelt, deren Enden aus den Ebonithülsen hervortreten. Der eine Draht ist weiss, der andere grün besponnen, damit man sie leicht von einander unter-

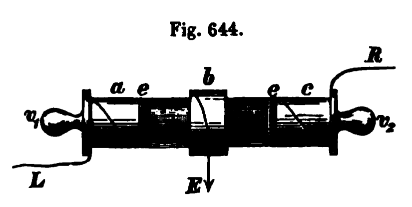
scheiden kann. Ueber den Cylinder und seine Bewickelung wird ein Messingrohr geschoben, das fest auf die verdickten Enden des Cylinders passt. Mit einem an dem einen Ende des Cylinders angebrachten Wickelstücke lässt sich der Blitzableiter an dem Apparate befestigen, den er schützen soll. Da das Messingrohr mit der Erdleitung verbunden wird, so liegen die beiden Drahtrollen in nächster Nähe zwischen zwei zur Erde abgeleiteten Messingkörpern. In der Regel werden die beiden in das Amt einmündenden Leitungszweige mit je einem Drahtende in Verbindung gesetzt, der eine mit einem weissen, der andere mit einem grünen; die beiden anderen Drahtenden dagegen werden mit den Enden der (Elektromagnet-) Rollen des Empfängers verbunden. In einzelnen Fällen aber, z. B. bei Wheatstones Magnetzeiger (vgl. S. 599 ff.), werden die beiden Enden des weissen Drahtes unter einander und mit der Leitung verbunden, während die beiden Enden des grünen Drahtes auch mit einander und mit den Apparattheilen verbunden werden. In allen Fällen ist ein Ueberspringen der Elektricität von einem der beiden Drähte auf den andern, sowie von beiden zur Erdleitung möglich (Telegraphic Journal, Bd. 8, S. 349).

Fig. 643.



Die französischen Blitzableiter (vgl. auch Blavier, Traité, Bd. 1, S. 237 ff.) haben im wesentlichen die nämliche Einrichtung wie die älteren deutschen Spindelblitzableiter (vgl. S. 391). Gewöhnlich wird die Spindel nach Fig. 643 in drei Ringe a_1, b_1 und c_1 eingesteckt, welche auf einer gemeinschaftlichen Grundplatte angebracht sind; in den Ringen wird die Spindel durch drei Schrauben festgehalten. Die Spindeln sind mit feinerem Drahte (von etwa 0,1 mm Dicke) bewickelt, als die neueren deutschen (vgl. S. 393); die Bewickelung bildet zwei Abtheilungen zwischen den drei gegen einander durch Elfenbeinplatten *e*, *e*, Fig. 644, isolirten Messingstücken *a*, *b* und *c*; die von der Seidenbespinnung befreiten Enden der Bewickelung werden mittels der Schrauben v_1 und v_2 mit rundem Kopf an *a* und *c* festgeschraubt. Das Mittelstück *b* ist mit der Erde *E*, *a* mit der Leitung *L*, *c* endlich mit dem Empfänger *R* verbunden. Mit dem Blitzableiter ist ein Kurbelumschalter *ks* verbunden,

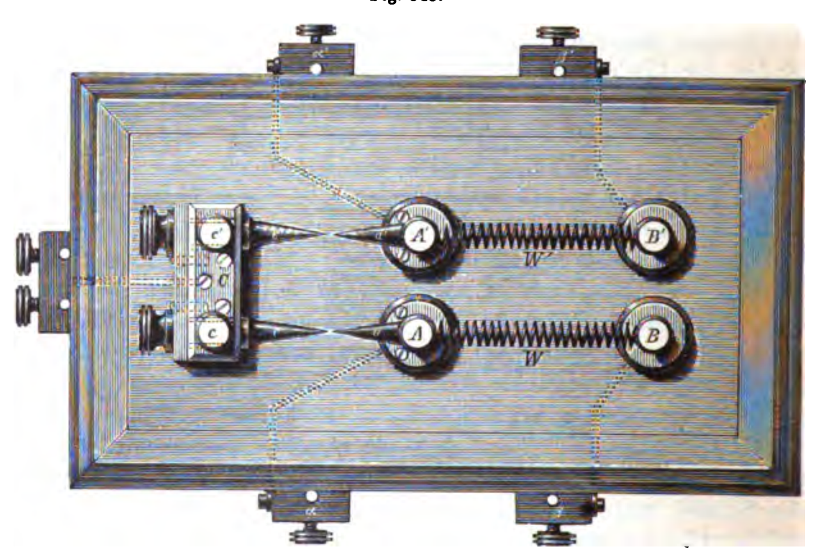
Fig. 644.



an dessen Axe die Leitung L geführt wird. Stellt man — bei nahendem Gewitter — den federnden Arm s auf die Schiene a_2, so ist die Spindel zwischen die Leitung und den Empfänger R eingeschaltet. Bei sehr heftigen Gewittern stellt man s auf b_2 und verbindet die Leitung L unmittelbar mit der Erde E. Steht s auf c_2, so ist die Spindel ausgeschaltet.

Etwas von Fig. 643 abweichende Bréguet'sche Blitzableiter mit Umschalter sind in Fig. 296 und 297 auf S. 510 des I. Bandes abgebildet. Auch bei diesen und bei anderen ähnlichen Blitzableitern gestattet der am Blitzableiter angebrachte Umschalter, die Leitung nach

Fig. 645.



Bedarf unmittelbar an Erde zu legen, sie unmittelbar mit den Apparaten zu verbinden und zwischen sie und die Apparate den Blitzableiter einzuschalten[2]).

III. **Die Spitzen- und Schneidenblitzableiter**[3]). Eine sehr verbreitete namentlich in Oesterreich früher ganz allgemein gebräuchliche

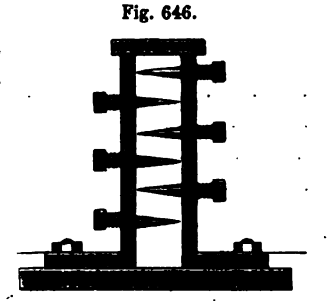
[2]) Einen Spitzenableiter für Zwischenämter mit Kurbel- und Stöpsel-Umschalter beschreibt J. Faustböck in Hartberg in Steyermark in Dinglers Journal, Bd. 232, S. 131. Der Kurbelumschalter gestattet die Einschaltung der Apparate in die durchgehende Leitung und die Abschaltung der Apparate unter Schliessung der Leitung. Durch Einsetzen eines Stöpsels in den Stöpselumschalter kann der eine, oder der andere Leitungszweig hinter den Apparaten an Erde gelegt werden.

[3]) Bei sämmtlichen hier besprochenen Ableitern springt die Elektricität durch eine dünne Luftschicht über. Bei den im 4. Bde S. 298 abgebildeten, vom Oberingenieur L. Kohlfürst bei der Buschtěhrader Bahn eingeführten Blitzstegen umgiebt die Platinspitzen

Form der Spitzenblitzableiter zeigt Fig. 645. Hier werden die beiden Leitungszweige an die Klemmen *a* und *a'* geführt und dadurch mit den Ständern *A* und *A'* in Verbindung gesetzt. In die Ständer *A* und *A'* sind Messingkegel eingeschoben und durch eine Schraube von oben her festgehalten; in die Kegel sind mit Platin belegte Messingspitzen (Saugspitzen) eingeschraubt. Wenn diese Spitzen vom Blitz geschmolzen werden, so lassen sie sich leicht auswechseln. Von *A* und *A'* führen dünne Abschmelzdrähte[4]) aus Neusilber oder Messing nach den Ständern *B* und *B'*, zwischen denen mittels der Klemmen *β* und *β'* der Apparatsatz eingeschaltet wird. In dem mit der Erdleitung verbundenen breitern Ständer *C* sind gegenüber *a* und *a'* zwei ebenfalls mit Platinspitzen ausgerüstete und in dem Ständer verstellbare Kegel eingesetzt, welche nach richtiger Einstellung in ihm mittels der Schrauben *c* und *c'* festgelegt werden.

Bei dem in Fig. 646 abgebildeten Blitzableiter stehen die Spitzen nicht Spitzen gegenüber, sondern Platten[5]). Die eine der beiden die Spitzen tragenden, aufrecht stehenden Metallplatten ist mit der Erde, die andere mit der Telegraphenleitung verbunden. Sowohl die Grundplatte, wie das die oberen Enden der Platten vereinigende Verbindungsstück bestehen aus isolirendem Material.

Fig. 646.



Statt der Spitzen sind von der ehemaligen preussischen Telegraphenverwaltung, besonders bei den für den Eisenbahndienst bestimmten Linien, auch Messingcylinder angewandt worden, welche mit runden Platinschneiden versehen waren. Für jede Linie erhielt der Blitzableiter zwei paar Schneiden, die nach Fig. 647 angeordnet waren. Bei *L* und *L'* treten — ganz ähnlich wie bei dem im 1. Bande auf S. 507, Fig. 297 abgebildeten Nottebohm'schen Spitzenableiter — die Linienzweige ein, und der Strom findet durch die beiden Spiralen aus dünnem Draht in

ein Gemenge aus Holzkohle und Magnesia zu gleichen Theilen, das im kalten Zustande ein schlechter Leiter ist, dagegen leitungsfähig wird, so lange es durch überspringende Entladungsfunken zum Glühen gebracht wird.

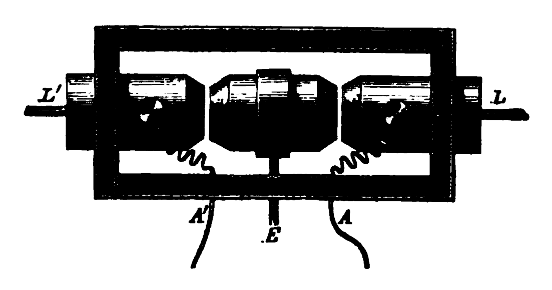
4) Auch A. Jamieson's Blitzableiter besitzt 2 solcher Abschmelzdrähte. Im Uebrigen besteht dieser Blitzableiter aus zwei in einander gesteckten Cylindern, von denen der innere auf der Aussenfläche mit (etwa 30) Längsriefeln, der äussere auf der Innenfläche mit einem Schraubengewinde (etwa 50 Gänge) versehen ist. Vgl. Journal of the Society of Telegraph Engineers, Bd. 5, S. 366.

5) Aehnlich war's auch bei dem in Dub, Elektromagnetismus, S. 318 ff. beschriebenen und abgebildeten Blitzableiter für 96 Leitungen der Fall, der früher im Berliner Centraltelegraphenamte aufgestellt war, und ausser den Spitzen auch Abschmelzdrähte besass.

A oder A' den Weg nach den Apparaten und zurück, wogegen Ströme von grosser Spannung an den Schneiden nach dem mittlern Cylinder überspringen und von diesem zur Erde E abgeleitet werden.

In dem gewöhnlichen französischen Blitzableiter (vgl. Blavier, Traité, Bd. 1, S. 233 ff.) liegt die Erdplatte wagrecht und über ihr in geringem Abstande die mit der Leitung und den Apparaten verbundene Platte mit vielen Spitzen. Bei der einen Form ruht die Erdplatte auf einer

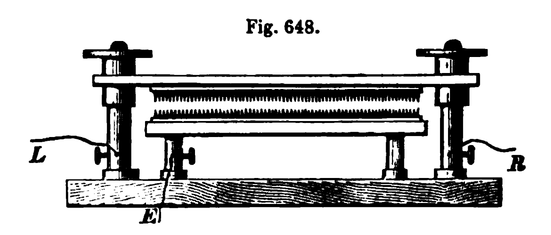
Fig. 647.



Messingplatte, gegen welche sie durch ein dünnes Glimmerplättchen isolirt ist, während die Unterlegsplatte durch zwei Messingsäulchen mit der mit Spitzen besetzten oberen Platte verbunden ist; durch letztere hindurch und gegen sie durch ein Beinfutter isolirt ist der Erddraht an die Erdplatte geführt. Diese Verbindung des Spitzenableiters mit einem Plattenableiter soll einen noch besseren Schutz gewähren als der Spitzenableiter allein. Das Ganze überdeckt ein Holzkästchen.

Der ebenfalls in Frankreich benutzte Blitzableiter von Bertsch

Fig. 648.



ist in Fig. 648 abgebildet. Er besteht aus zwei Platten mit zahlreichen, sich einander gegenüberstehenden feinen Spitzen. Die untere Platte ist mit der Erde E verbunden, die obere durch Vermittelung der beiden Säulen zwischen Leitung L und Empfänger R eingeschaltet. — Bei einer anderen, an die Stangen anzuschraubenden Form (vgl. Journal télégraphique, Bd. 4, S. 103) stehen die Platten vertical; ihre in 20 Reihen über einander angeordneten Spitzen sind ungefähr 1 mm von

einander entfernt; das Ganze ist luftdicht in eine eisernen Büchse von 14,5 cm Höhe, 10 cm Breite und 5 cm Tiefe, deren eine Seitenwand aus Glas besteht, damit man sich durch sie jederzeit von dem Zustande des Blitzableiters überzeugen kann; oben auf der Büchse ist ein kleiner Isolator angebracht, durch den der von der Leitung kommende Zuführungs-

Fig. 649. Fig. 650.

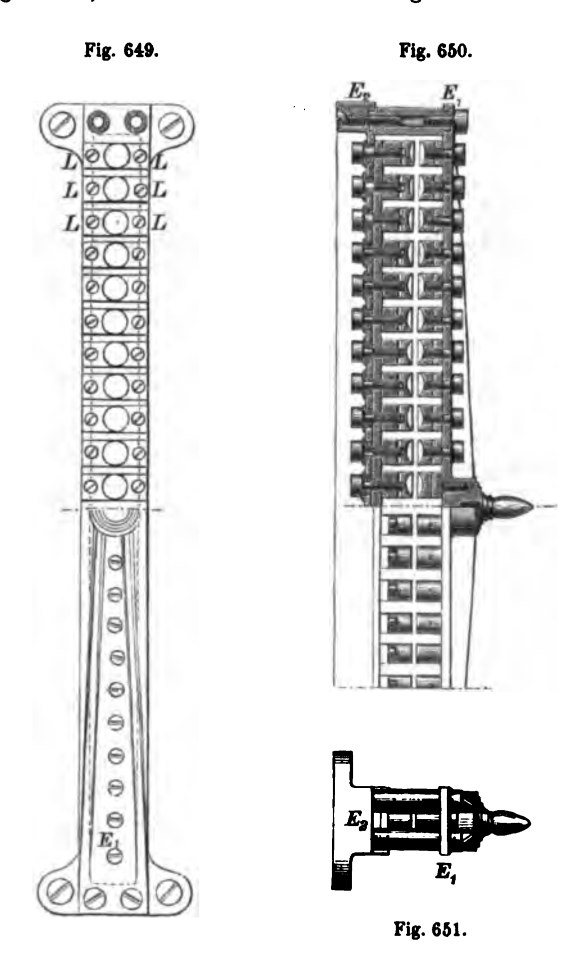


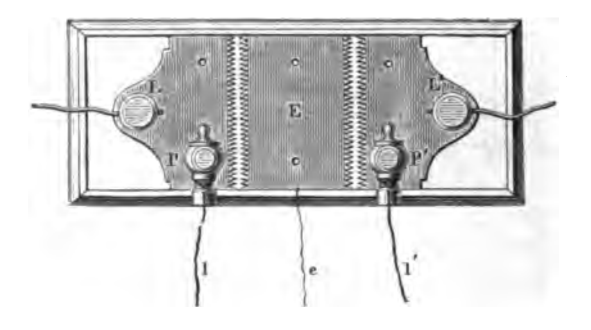
Fig. 651.

draht hindurchgeht. — Vgl. auch Journal of the Society of Telegraph Engineers, Bd. 5, S. 377.

Die Einrichtung der in Württemberg zum Schutze unterirdischer Kabelleitungen in den Ueberführungssäulen der Raumersparniss wegen anstatt der daselbst übrigens gewöhnlich benutzten Blitzplatten angewandten Schneidenblitzableiter lassen die Figuren 649 bis 651 (1/6

der natürl. Grösse) erkennen. Fig. 649 bietet den Aufriss und zwar unten die Ansicht von vorn, oben die Ansicht der unteren Schneiden; Fig. 650 ist die Seitenansicht, oben als Schnitt; Fig. 651 zeigt den Grundriss. Der abgebildete Blitzableiter ist auf 22 Leitungen berechnet. Die Klemmen L an den kreisförmigen unteren Schneiden dienen zum Anlegen der Leitungen; diese Schneiden sind kleine Messingsäulchen, welche an ihrem vorderen, nach der Erdplatte E_1 hin liegenden Theile ausgehöhlt sind und scharfe Ränder besitzen. Gleiche Einrichtung haben die diesen Säulchen gegenüberstehenden, in der Erdplatte E_1 angeordneten Messingsäulchen, welche jedoch einfach in die Platte E_1 eingeschraubt sind, während die ersteren gegen die Platte E_2, an welche sie angeschraubt sind, in der aus Fig. 649 deutlich erkennbaren durch eine zwischengelegte Ebonitplatte und durch Ebonitfutter isolirt sind. Der Abstand der Schneiden von einander hat nur die Grösse einer Papier-

Fig. 652.



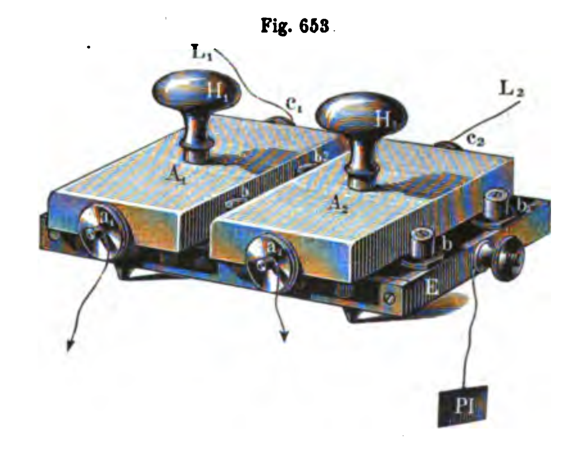
dicke. Diese Blitzableiter werden in den Ueberführungskästen in der aus Fig. 649 bis 651 sichtbaren Lage an ein vertikales Bret angeschraubt.

Als eine Zwischenstufe zwischen den Spitzen- und Schneidenblitzableitern und den Plattenblitzableitern können die Blitzableiter angesehen werden, bei denen das Ueberspringen der Funken neben einander liegende, meist kleinere Platten vermitteln, welche an den einander zugekehrten Seitenflächen mit sägeartigen Zähnen versehen oder auch nur an diesen Flächen schneidenförmig zugeschärft sind, wie dies z. B. bei dem in Fig. 632 auf S. 759 abgebildeten, mit einem Umschalter vereinigten amerikanischen Blitzableiter und bei den in Fig. 652 abgebildeten Bréguet'schen Blitzplatten der Fall ist. Die letzteren bestehen aus drei Messingplatten P, P' und E, welche auf eine isolirende Unterlage aus Ebonit oder trockenem Holze aufgeschraubt sind und sich einander ihre sägenartig ausgeschnittenen Seiten zukehren. Die Drähte l und l' schalten die Apparate zwischen die an P und P' geführten Leitungs-

zweige L und L' ein; der Draht e setzt die mittlere Platte E mit der Erde in Verbindung. Solche Plattenpaare werden nicht selten auch Blitzableitern mit Abschmelzdrähten beigefügt; vgl. z. B. Bd. 1, S. 510.

IV. **Die Plattenblitzableiter**[4]). In Deutschland werden Platten von grösserer Dicke und Fläche benutzt. So besteht der in Fig. 653 abgebildete, in Bayern benutzte Plattenableiter von Siemens und Halske aus drei starken gusseisernen Platten, von denen zwei A_1 und A_2 neben einander und in geringer Entfernung von der dritten, E, liegen. An die Schrauben c_1 und c_2 der beiden ersteren sind die beiden Zweige L_1 und L_2 der Leitung geführt; von den Schrauben a_1 und a_2 laufen Drähte nach dem Apparatsatze; E ist mit der Erdplatte Pl verbunden. Auf sechs Stifte b sind Glimmerplättchen geschoben, worauf die Platten A_1 und A_2 ruhen und durch die sie gegen E isolirt und in

Fig. 653.



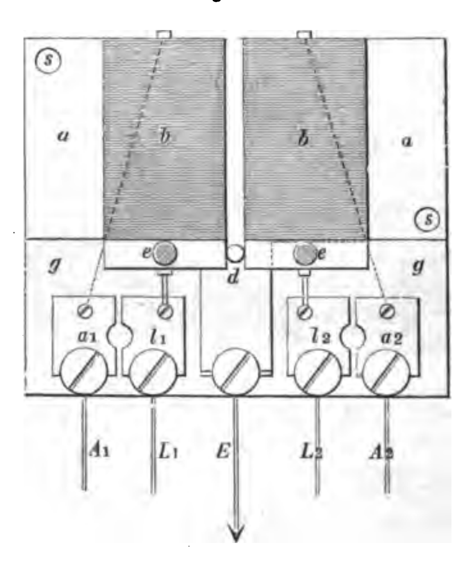
angemessener Entfernung von E erhalten werden. Mittels der Holzgriffe H_1 und H_2 lassen sich A_1 und A_2 von E abheben.

Auch die in Oesterreich benutzten Blitzplatten haben eine ganz ähnliche Anordnung. Die beiden Leitungsplatten liegen jedoch auf Hartgummistreifen, womit die Längsseiten der Grundplatte belegt sind; sie liegen mit sehr kleinem Spielraum, zwischen 2 mit Gummiröllchen bekleideten Stiften.

[4]) F. van Rysselberghe hat kürzlich mit einer Anzahl verschiedener Blitzableiter Versuche angestellt und dabei (vgl. Sur les paratonnères télégraphiques, Brüssel, 1886) die günstigsten Ergebnisse mit zwei Platten erhalten, welche blos durch eine dünne Luftschicht getrennt waren. Die Platten waren kreisförmig, von 55 mm Durchmesser; ihr Abstand betrug 0,06 mm; bei einer Spannung von 450 Volt verhielten sie sich wie ein Leiter von grossem Querschnitt und waren der Schmelzung nur wenig ausgesetzt. — Eine Aeusserung von Preece über die Wirksamkeit der englischen Blitzableiter (darunter die Siemens'schen Blitzplatten) findet sich im Journal of the Society of Telegraph Engineers, Bd. 5, S. 382.

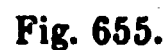
Den Uebergang zu den jetzt in den deutschen Telegraphenämtern gebräuchlichen Plattenblitzableitern vermittelt der in Fig. 654 abgebildete Ableiter für 2 Leitungen. Auf dem Grundbrete g befindet sich eine Messingplatte a, welche nach vorn in einen mit dem Erddrahte E verbundenen Streifen ausläuft. In diese Platte sind durch Ebonit gegen dieselbe isolirt die beiden an der Oberseite mit Riefeln versehenen Platten b, b eingelassen. Diese Platten sind mit dem vorn auf dem Grundbrette angebrachten, mit den Leitungen L_1 und L_2 verbundenen Messingstücken l_1 und l_2 leitend verbunden. Die Messingstücke a_1 und a_2 sind mit den beiden Apparatsätzen A_1 und A_2 und mit dem

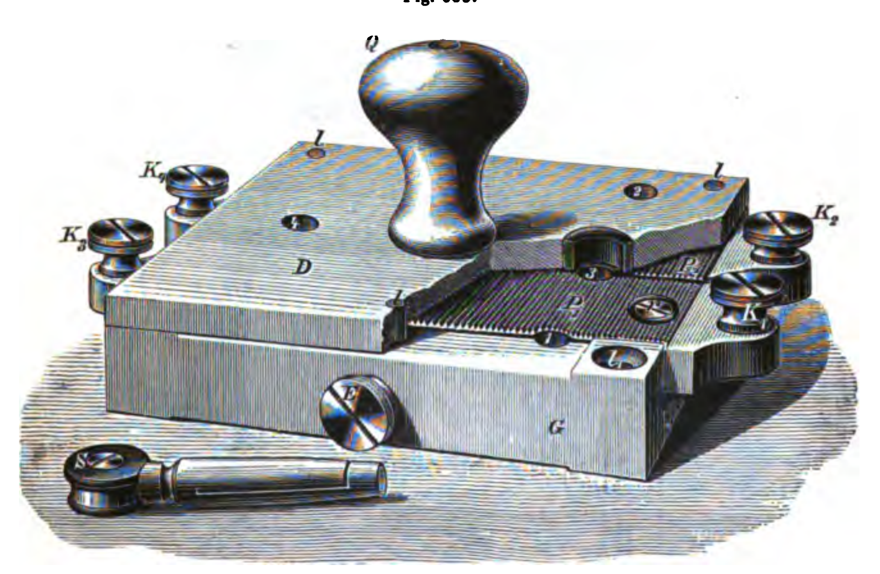
Fig. 654.



hintern Theile der Platten b, b leitend verbunden. Auf die Platte a wird eine an der untern Seite mit Riefeln versehene Platte, deren Riefeln die auf den Platten b, b befindlichen Riefeln kreuzen, aufgesetzt und mittels zweier Stifte bei s und s befestigt. Zwischen der obern Platte und den beiden Platten b, b befindet sich ein geringer Zwischenraum. Die Löcher e und e dienen dazu, um mittels eines Stöpsels jede Leitung gleich mit der untersten Platte, also mit der Erde zu verbinden. Durch einen in das Loch d gesteckten Stöpsel können die Leitungen unmittelbar mit einander verbunden werden. Will man den Blitzableiter ausschalten, so hat man Stöpsel in die Löcher zwischen den beiden Stücken a_1 und l_1, bez. a_2 und l_2 einzustecken.

Die jetzt in den Telegraphenämtern des Deutschen Reichspostamts benutzten Blitzableiter haben die durch Fig. 655 erläuterte Einrichtung[5]). Auf den in der Figur links und rechts liegenden Seiten des 11,5 cm breiten und 12,5 cm langen messingenen Grundrahmens G, an welchem vorn die Schraube E zum Anlegen der Erdleitung sichtbar ist, ruhen die beiden mit Querriefeln versehenen Messingplatten P_1 und P_2, gegen G durch untergelegte Ebonitstreifen isolirt. Auf der vordern und hintern Seite des Rahmens ruht der messingene Deckel D, welcher sich mit 3 Stellstiften l in 3 Löcher des Rahmens einsetzt und durch sie in seiner Lage gegen Verschiebung geschützt wird. Der Rahmen G be-


Fig. 655.



sitzt noch 3 andere, mit den für die Stifte l vorhandenen Löchern abwechselnde, grössere Löcher l_1, welche für die 3 Holzschrauben bestimmt sind, mittels deren der Blitzableiter auf dem Tische befestigt wird. Mittels des Holzgriffs Q lässt sich der Deckel D abheben. Die beiden Seiten des Rahmens, auf denen der Deckel aufliegt, sind so viel über die beiden anderen erhöht, dass zwischen den Riefeln der Platten P_1 und P_2 und den dieselben rechtwinkelig kreuzenden Riefeln an der Unterseite des Deckels D ein Zwischenraum von $^1/_4$ bis $^1/_2$ mm bleibt. Die beiden andern Seiten des Rahmens sind fast auf

[5]) Eine verwandte Anordnung ist im 4. Bande auf S. 297 abgebildet, auf S. 296 aber ein derartiger Blitzableiter für mehrere Leitungen.

ihrer ganzen Länge ein wenig ausgenommen, so dass ihre obere Fläche ein wenig tiefer liegt, als die geriefelte Fläche der Platten P_1 und P_2. Die vier Klemmschrauben K_1, K_2, K_3 und K_4 dienen zur Aufnahme der Zuführungsdrähte; zwischen K_1 und K_2 wird der Apparatsatz eingeschaltet; an K_3 und K_4 werden in Zwischenämtern die beiden ins Amt einmündenden Leitungszweige, in Endämtern die Luftleitung und die Erdleitung geführt. Der Stöpsel S wird für gewöhnlich in das Loch im Griffe Q gesteckt; will man den einen der beiden Leitungszweige un-

Fig. 656.

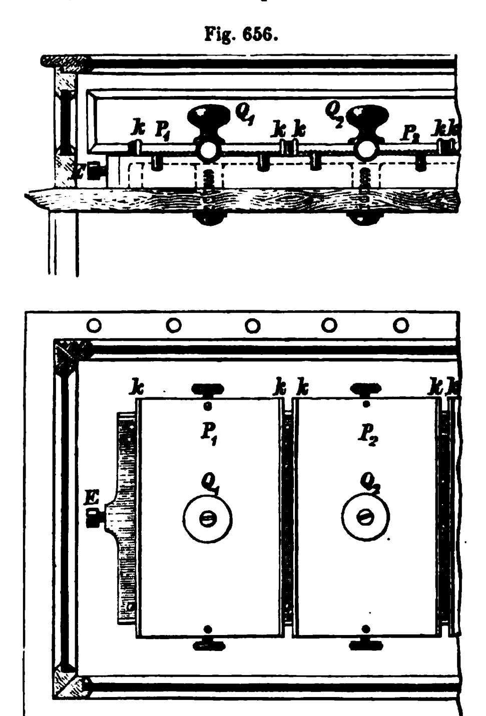


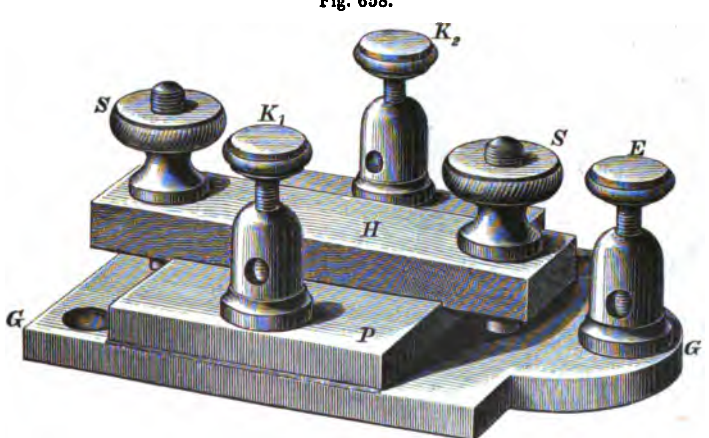
Fig. 657.

mittelbar und zugleich den zweiten unter Einschaltung des Apparatsatzes in ihn an Erde legen, so steckt man den Stöpsel S in eines der Löcher 1 und 2; steckt man den Stöpsel S in das Loch 4, so setzt er beide Zweige kurz mit der Erde in Verbindung, in dem mit einem Ebonitfutter versehenen Loche 3 dagegen verbindet er blos die beiden Zweige unter sich. Der Stöpsel ist im untern Theile hohl und geschlitzt, damit er federnd im Deckel und mit den Platten zugleich guten Contact mache; der Längseinschnitt erstreckt sich auf die ganze Länge des Stöpsels, oben und unten etwa 10 mm abgerechnet.

Bei dem diesem Blitzableiter entsprechenden Württembergischen Blitzableiter ruht die mit der Erdleitung zu verbindende 17 cm breite und 73,5 lange Deckplatte auf zwei schmalen Messingschienen, welche neben den beiden schmalen Seiten der beiden Leitungsplatten angeordnet sind; die Riefeln dieser Platte liegen etwa um Papierdicke tiefer als die glatte untere Fläche der Deckplatte. Mittels eines Stöpsels lassen sich die beiden Leitungsschienen unter sich, bez. auch jede mit der einen der beiden schmalen Messingschienen verbinden.

In Fig. 656 und 657 ist in $^1/_5$ der natürl. Grösse ein Plattenblitzableiter für 4 Leitungen abgebildet; derartige Ableiter werden in Württemberg in den grösseren Aemtern angewendet. Die untere Platte E ist aus Gusseisen und der Länge nach geriefelt; sie steht mit der Erde in Verbindung. An die Leitungsplatten P_1, P_2 . . . sind an den Lang-

Fig. 658.

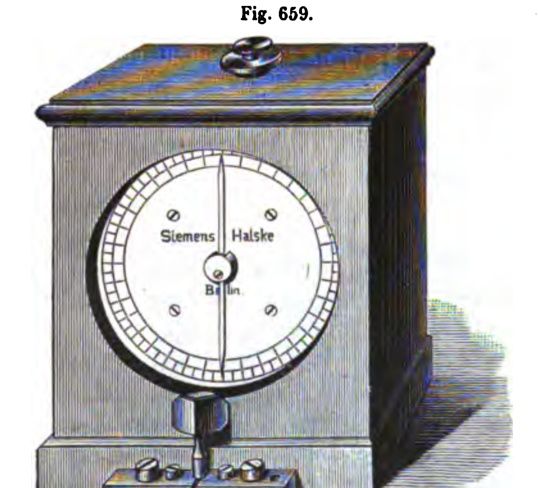


seiten dünne Kautschukstreifen k befestigt, mit welchen diese Platten auf der Platte E aufliegen; eine seitliche Verschiebung der Leitungsplatten verhindern die neben und zwischen ihnen aus der Erdplatte vorstehenden Stifte.

Ein französischer Plattenblitzableiter ist in Fig. 658 abgebildet. Die untere Messingplatte G ist von der Klemme E aus mit der Erde verbunden; durch ein (mit Paraffin getränktes) Papierblatt gegen sie isolirt liegt auf ihr die obere, 6 cm lange und 4 cm breite, messingene Platte P, welche durch den Holzriegel H festgehalten und mittels der Klemmen K_1 und K_2 zwischen der Leitung und den Apparaten eingeschaltet wird. — Eine verwandte, sich nur durch die Befestigungsweise der Platte P auf G unterscheidende Anordnung ist abgebildet in Blavier, Traité, Bd. 1, S. 236.

Bei den älteren schweizerischen Blitzableitern sind zwischen Leitung und Apparat eingeschaltete, schmale Messingplatten in etwa 1 cm Abstand von einander auf die mit der Erde verbundene, messingene Bodenplatte isolirt aufgeschraubt; in jeder Leitungsplatte sind zwei Schrauben eingeschraubt, deren Spitzen um eine Papierdicke von der Bodenplatte abstehen; ebenso und in gleicher Weise ragen aus der Bodenplatte zwei Schraubenspitzen bis an jene Leitungsplatte heran (vgl. Fig. 646, S. 771). Bei den neueren Blitzplatten sind die sämmtlichen Spitzenschrauben weggelassen und die Leitungsplatten liegen auf der Bodenplatte, nur durch einen Papierstreifen von ihr getrennt.

Fig. 659.



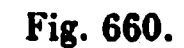


Fig. 660.



Auch Jamieson's Blitzableiter (vgl. S. 771 Anm. 4) ist zu den Plattenblitzableitern zu zählen.

Die bisher besprochenen Plattenblitzableiter mit Metallplatten führen Betriebsstörungen herbei, wenn die Platten zusammenschmelzen. Deshalb versuchte Dr. R. Ulbricht in Dresden bei den Sächsischen Staatsbahnen in den Blitzableitern Platten aus Retortenkohle in Abständen von 0,25 mm von einander zu verwenden. Die Anordnung dieser Kohle-Blitzplatten ist in der Elektrotechnischen Zeitschrift, **1885**, S. 343 beschrieben und abgebildet. Die Versuche mit solchen Blitzableitern haben ganz günstige Erfolge geliefert.

V. **Die Seidenbandblitzableiter.** In verwandter Weise, wie bei der im **4.** Bande (S. 299) beschriebenen und abgebildeten Matzenauerschen Blitzschutzvorrichtung, sind Seidenbänder in neuerer Zeit in

Oesterreich vielfach in grösseren Aemtern, in denen die Leitungen beständig überwacht werden, und an Ueberführungsstellen der oberirdischen Leitungen in unterirdische als Isolirmittel in Blitzableitern benutzt worden. Diese Seidenbandblitzableiter unterscheiden sich von den anderen Blitzableitern dadurch, dass das streifenförmige Seidenband, wenn es von einer atmosphärischen Entladung durchgeschlagen worden ist, einfach ein Stück in seiner Länge verschoben und dadurch der Blitzableiter wieder in den frühern Stand versetzt wird. Die Erdleitung wird an eine sich nach der Zahl der eingeführten Leitungen richtende Anzahl von sechsseitigen Messingprismen geführt; jedes Erdprisma ist auf 10 Leitungen berechnet, so dass man aus der Ferne schon leicht beurtheilen kann, welches die gesuchte Leitung ist. Im Wiener Hauptamte sind die Leitungen aus den Stadtkabeln zunächst im zweiten Stockwerke an den unteren Rangirbalken geführt, an welchem die Leitungsnummern eingebrannt sind; von da laufen Drähte nach dem Apparatsaale im dritten Stockwerke und hier an den oberen Rangirbalken, wo ebenfalls die Leitungsnummern eingebrannt sind; diese Drähte stehen jeder mit einer Blattfeder aus Packfong in Verbindung, von welcher ein Draht nach dem Apparatsatze weiterführt. Die 2 mm breite Feder ist entsprechend gebogen und legt sich mit angemessenem Drucke auf das Prisma auf; zwischen beiden liegt aber das 2 cm breite, 12 bis 15 cm lange Seidenband auf. Wird das Band durchgebrannt, so wird es um etwa 2 mm nach aufwärts weiter gezogen, was selbst während des heftigsten Gewitters geschehen kann. Ist eine Reihe Löcher über die ganze Länge des Bandes durchgebrannt, so wird das Band der Breite nach verschoben; das Band genügt daher für nahezu 100 Durchbrennungen. Um die Blattfeder ein wenig lüften zu können, ist dieselbe mit einem Haken mit isolirtem Griffe versehen.

§. 31.

Das Galvanoskop oder die Bussole.[1]

I. **Galvanoskope mit stehender Nadel.** In Fig. 659 und 660 sind zwei Galvanoskope mit aufrecht stehender Magnetnadel in der Anordnung abgebildet, wie sie in neuerer Zeit[2]) von Siemens & Halske ausgeführt werden. Das erstere besitzt einen hölzernen, das zweite einen eisernen Schutzkasten. Die Einstellung des Zeigers, welcher auf der horizontalen Axe des Stabmagnetes ausserhalb des Schutzkastens

[1]) Ueber Taschengalvanoskope und Controlgalvanoskope sei auf S. 514 des 1. Bandes verwiesen.

[2]) Ein älteres Galvanoskop ist im 4. Bd. auf S. 292 abgebildet.

aufgesteckt ist, auf den Nullpunkt des Theilkreises, wird mittels des an der Schraube *a* befestigten Richtmagnetes bewirkt. Ein Stöpselausschalter ermöglicht die rasche Aus- und Einschaltung der Windungen.

Die innere Einrichtung eines Galvanoskops mit stehender Nadel erläutern Fig. 661 und 662. Der die Windungen tragende Rahmen *B* erscheint in Fig. 661 an das Grundbrett *A* festgeschraubt; die Axe *c* der Nadel *C* ist zwischen zwei Ständern *D* gelagert; die Enden der Windungen laufen über *r*, *r* nach den Klemmen *m*, *m*, welche mit den Klemmen des Ausschalters verbunden sind. Der mittels des Knopfes *K* drehbare Richtmagnet *k* ermöglicht die genaue Einstellung des Zeigers auf Null. Das untere Ende der Nadel ist etwas schwerer als das





Fig. 661.

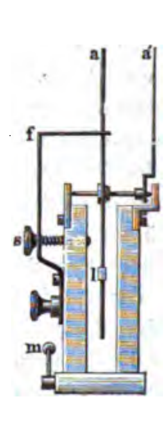


Fig. 662.

obere. In Fig. 662 ist zur Regulirung der Lage des Schwerpunktes der Nadel *a* (und damit der Empfindlichkeit der Nadel) ein kleines Laufgewicht *l* auf die Nadel *a* aufgesteckt. Will man die Nadel, z. B. während des Transportes, arretiren, so schraubt man die messingene, auf den hinteren Ständer aufgeschraubte Gabel *f* mittels der Schraube *s* soweit gegen den Zeiger *a'* hin, dass die Gabel zwischen ihren beiden kurzen Zinken die Nadel unbeweglich festhält. Die beiden Ständer mit den Lagern der Axe sitzen in Fig. 662 auf einem Messingstück, mit dem sie in einen schwalbenschwanzförmigen Ausschnitt der messingenen Fussplatte, welche die beiden Spulen trägt, eingeschoben und darin durch einen kleinen, an dieser Platte angebrachten, mittels der Kurbel *m* beweglichen Vorreiber festgehalten werden.

Die neueste Form[3]) des Galvanoskops, welches in den Telegraphenämtern des Reichs-Postamtes benutzt wird, zeigen Fig. 663 u. 664 in der Vorderansicht und im Grundrisse in $^2/_3$ der natürlichen Grösse. Auf der in zwei Schrauben t_1 und t_2 gelagerten Axe s seines Λ-förmigen Magnetes m sitzt der vor dem getheilten Kreisbogen i sich bewegende Zeiger Z. Der Zeiger Z befindet sich im Innern eines geschlossenen

Fig. 663.

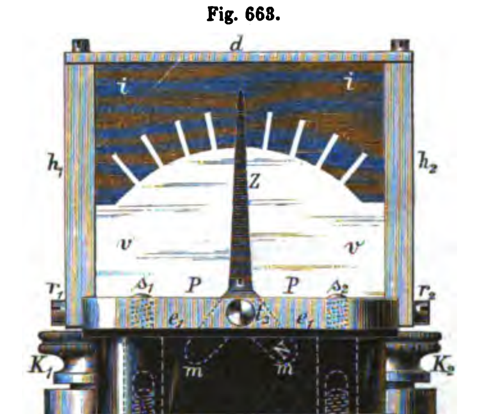




Fig. 664.

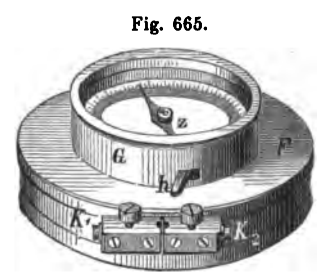
parallelepipedischen Raumes, den die Messingplatte P, die beiden mittels der Schrauben r_1 und r_2 an dieselbe angeschraubten Messingplatten h_1 und h_2, die auf letztere aufgeschraubte Deckplatte d und zwei Glaswände umschliessen, von denen die vordere v ganz durchsichtig, die

[3]) Die älteste ist auf S. 294 des 4. Bandes abgebildet. Vgl. auch Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, Jahrg. 16, S. 6.

hintere i dagegen in ihrem obern Theil so mattgeschliffen ist, dass zugleich eine Skala sichtbar wird. Bei dieser Einrichtung kann der Zeiger Z eben so gut von der Rückseite her, wie von vorn gesehen und beobachtet werden. Der Magnet ragt mit seinen beiden Enden in die horizontalen Windungen hinein. Die Windungen sind einfach um zwei Messingstifte gewickelt, welche bei s_1 und s_2 in die Platte P eingeschraubt sind und durch die Schrauben p_1 und p_2 in dem Grundbrete G festgehalten werden. Die Windungen werden oben und unten durch zwei Ebonitplatten e_1 und e_2 begrenzt und sind äusserlich mit einem sie schützenden Lederüberzuge versehen. Beim Wickeln der Windungen wird das Galvanoskop mit dem Loche g im Grundbrete auf einen in Umdrehung zu versetzenden Dorn aufgesteckt. K_1 und K_2 sind die Anschlussklemmen. Mit zwei Holzschrauben wird das Galvanoskop auf dem Tische befestigt.

II. **Galvanoskope mit liegender Nadel** sind in Oesterreich, der Schweiz, Frankreich und andern Ländern in Gebrauch. Eine sehr verbreitete liegende Bussole zeigt Fig. 665. Die Windungen liegen in dem verglasten Messinggehäuse G im Fussbrete F und enden in K_1 und K_2; innerhalb derselben liegt die Nadel, auf deren Axe oberhalb des Theilkreises ein Zeiger Z aufgesteckt ist, oder eine zweite Nadel, wenn man eine astatische Bussole haben will; bisweilen ist nur eine Nadel vorhanden und ruht mit einem eingesetzten Edelsteine auf einer Spitze oberhalb der Theilung. Mittels des Arretirungshebels h lässt sich die Nadel abheben und an den Glasdeckel drücken, so dass der Strom sie nicht bewegen kann. Während des Transportes ist die Nadel zu arretiren oder ganz heraus zu nehmen. Macht man die Windungen drehbar, so kann diese Bussole (als Sinusbussole, vgl. Handbuch, **2**, 380) als wirkliches Messinstrument benutzt werden.

Fig. 665.

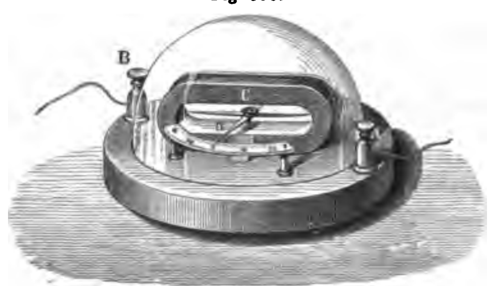


Bei der in Fig. 666 dargestellten in Frankreich üblichen Form des Galvanoskops sind unter einer Glasglocke die Windungen (etwa 20 an Zahl) auf einen Rahmen C aus dünnem Holz gewickelt; ihre Enden sind nach den Klemmen A und B geführt. Die Nadel ruht auf einer Stahlspitze; an ihr ist ein leichter kupferner Zeiger a angebracht, welcher über einem Gradbogen spielt. Häufig wird im Fussbrete des Galvanoskops, gegenüber dem einen Ende der Nadel ein kleiner Richtmagnet angebracht, welcher, die Wirkung des Erdmagnetismus auf die Nadel überwiegend, die Nadel auf Null einstellt und nach der Ablenkung durch einen Strom beim Aufhören desselben die Nadel rasch

in die Ruhelage zurückführt. Die Weiterbildung dieses Galvanoskops zur Sinusbussole bespricht Blavier in seinem Traité, Bd. 1, S. 230.

Bei den schweizerischen Bussolen befindet sich die Nadel innerhalb einer Kapsel, die mit drei Lappen unter einen an drei Stellen durchbrochenen Holzring an einem vierkantigen Holzgehäuse greifen, so dass die Kapsel nicht nur auf dem Gehäuse gedreht, sondern auch von ihm abgehoben werden kann. Von unten ist durch das Gehäuse und durch den Boden der Kapsel ein Messingstift geschraubt, in welchem oben ein Chrysolith mit schüsselförmiger Vertiefung gefasst ist. In dem so gebildeten Chrysolith-Näpfchen ruht die Nadel mit einer Spitze; die Nadel trägt nämlich in ihrer Mitte ein cylindrisches Messinghütchen, in das oben eine Schraube eingeschraubt ist; unten aber endet die Schraube in eine nadelfeine, gehärtete Stahlspitze. Dieselbe Schraube befestigt zugleich einen winkelrecht zur Nadel stehenden Zeiger auf dem Hütchen. Der Schwerpunkt des Ganzen liegt

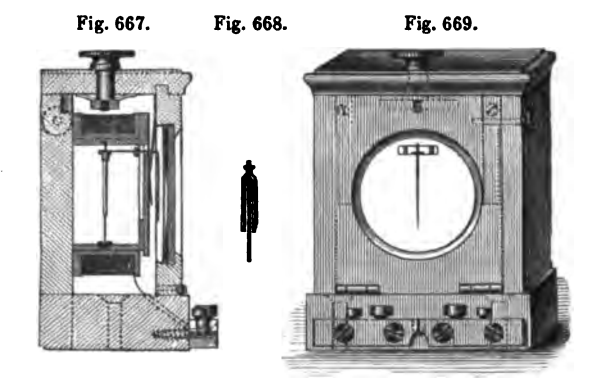

Fig. 666.



etwas unterhalb der Schraubenspitze. Zwischen Nadel und Zeiger liegt ein oben versilbertes Zifferblatt mit einem weiten Schlitze, durch welchen die Nadel eingesetzt werden kann. Ein 140° umfassender Theil des Zifferblattes ist eingetheilt, so dass jeder Theilstrich vom andern um 2° absteht. Zum Schutze gegen Staub u. s. w. ist das Ganze mit einem flachen Glase bedeckt, das durch einen Springring festgehalten wird. Die 32 Windungen aus besponnenem Kupferdraht bilden zwei ungefähr 10 bis 12 mm von einander entfernt liegende Abtheilungen zu je 16 Windungen; die Enden der Windungen sind an zwei isolirte Messingringe an der Unterseite der Kapsel geführt; gegen die Ringe aber drücken sich zwei mit den Klemmen am Holzgehäuse in Verbindung stehende Contactfedern an, so dass bei jeder Stellung der Kapsel gegen das Gehäuse die Windungen mit den Klemmen leitend verbunden sind. Durch eine auf einen kleinen Messinghebel wirkende Schraube am Kapselrande kann die Nadel vom Stifte abgehoben und gegen das Deckglas festgedrückt werden.

Das **Haarnadel-Galvanoskop** von Siemens & Halske ist in Fig. 667 bis 669 abgebildet. Dasselbe zeichnet sich durch rasches Ansprechen aus. Seine Magnetnadel hat die aus Fig. 668 ersichtliche Gestalt einer Haarnadel, welche mit ihrem Buge auf eine stehende Axe aufgesteckt ist; ein auf dieselbe Axe aufgesteckter, winkelförmig gebogener Zeiger spielt vor der Vorderfläche des Rahmens, um welchen die Windungen gewickelt sind und in welchem zugleich die Axe der Nadel ruht. Die Vorderwand des hölzernen Schutzkästchens lässt sich, zugleich mit den Seitenwänden und der Deckelplatte, um 2 Angeln an ihrem Fussende niederlegen, nachdem der in Fig. 669 von rechts her durch die Seitenwand in die Rückwand eingesteckte Stift herausgezogen worden ist. Dann lässt sich der die Axe der Nadel tragende Rahmen leicht aus den Windungen herausnehmen. Zwei an der Rückseite der Vorder-

Fig. 667. Fig. 668. Fig. 669.



wand angebrachte Federn stemmen sich für gewöhnlich gegen das den Rahmen nach vorn abschliessende Blech und halten den Rahmen in seiner Lage fest. Die durch die Deckplatte gehende Schraube trägt unter der letztern den Richtmagnet. Vgl. Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, Jahrg. **16** (1869), S. 91.

§. 32.

Das Relais.

I. **Allgemeines.** Von den beiden Stromkreisen, welche nach §. 28, VII. im Relais an einander stossen, ist der zweite dem ersten insofern untergeordnet, als beim Auftreten gewisser Stromzustandsänderungen in dem ersten durch das Relais gewisse Stromzustandsänderungen in dem zweiten hervorgerufen werden, nie dagegen treten umgekehrt in dem zuerst genannten Stromkreise Stromzustandsände-

rungen ein, welche eine Folge von im letztgenannten Stromkreise aufgetretenen Stromzustandsänderungen sind[1]).

Der Theil des Relais, welchem die Aufgabe zufällt im zweiten Stromkreise die Stromzustandsänderungen hervorzurufen, ist in seiner Bestimmung und daher auch seinen Grundformen ganz nahe denjenigen Gebern verwandt, welche neben durch ihre blosse Einfügung in den Stromkreis ohne weiteres Strom liefernden Stromerzeugern Verwendung finden (vgl. §. 21, I. und II.). In der Regel ist hier ein einarmiger oder zweiarmiger Hebel vorhanden, welcher aus seiner Ruhelage in eine oder in zwei Arbeitslagen (vgl. z. B. Handbuch, 1, 263) gebracht werden kann und in seinen zwei bez. drei Lagen gewisse Stromwege schliesst, oder unterbrochen hält. In manchen Fällen (vgl. z. B. Handbuch, 1, 481, 279 und 186, Anm. 14) finden sich im Relais auch zwei solche Hebel. Der einfachste Fall ist der, wo blos ein Hebel vorhanden ist und nur zwei verschiedene Lagen desselben in Betracht kommen. Dieser Contacthebel bewegt sich dann zwischen zwei Stellschrauben, welche theils die Rolle als blosse Anschläge, theils als Contacte zu spielen haben und hiernach in ihrer Einrichtung und Anordnung gewisse Bedingungen erfüllen müssen, sofern diesen Bedingungen nicht bereits durch die Einrichtung des Contacthebels genügt wird. Sind dabei durch den Contacthebel in beiden Lagen Stromwege zu schliessen, so müssen natürlich die beiden Contactschrauben an getrennten, gegen einander isolirten Ständern, bez. Ständertheilen angebracht werden[2]). Ist dagegen blos in der einen Lage ein Stromweg zu schliessen, so kann für beide Schrauben ein gemeinschaftlicher Ständer angewendet werden, wenn nur durch ein an geeigneter Stelle angebrachtes Isolirmittel die Stromschliessung bei der Lage des Hebels an der einen Schraube verhütet wird. Unter Umständen wird es im letztern Falle wünschenswerth, dass man die Stromschliessung nach Belieben an der einen oder an der andern Schraube ermöglichen und leicht von dem Einen zu dem Andern übergehen kann[3]).

Derjenige Theil des Relais, welcher für die im ersten Stromkreise auftretenden Stromzustandsänderungen empfindlich sein muss, weil er unter der Wirkung derselben die entsprechenden Bewegungen des Con-

---

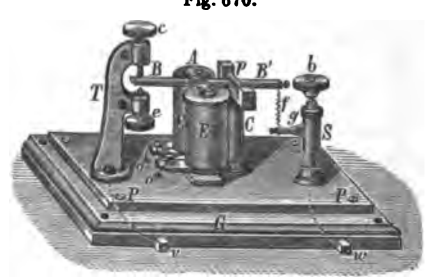
[1]) Bei der Translation oder Uebertragung dagegen sind die beiden Stromkreise nicht nur beide Linienstromkreise, sondern sie sind auch in Bezug auf die Telegraphirrichtung und die Uebertragungsvorgänge einander vollkommen gleichgeordnet.

[2]) So auch in Allan's Relais, vgl. Handbuch, 1, 445. — Diese Anordnung gestattet zugleich die Benutzung des Relais als Uebertrager und wird deshalb in neuerer Zeit mit Vorliebe gewählt. Die ausschliesslich als Uebertrager benutzten Relais, wie z. B. die von d'Arlincourt und von Willot bleiben späterer Besprechung aufgespart.

[3]) Eine Reihe dazu in Vorschlag gebrachter Anordnungen ist beschrieben im 1. Bande S. 504 und im 4. Bande S. 207, 228 und 237.

tacthebels veranlassen soll, ist zumeist ein Elektromagnet, dessen Ankerhebel mit dem Contacthebel in geeigneter Weise verbunden ist. Der Anker des Elektromagnetes ist theils ein Stück weiches Eisen, theils ist er magnetisch, z. Th. auch sind die Kerne des Eelektromagnetes magnetisch, so dass sie für gewöhnlich ihren Anker angezogen halten. Es kann indessen auch an Stelle des Elektromagnetes und seines Ankers ein vom Strom durchlaufener Leiter gewählt werden, welcher in einem kräftigen magnetischen Felde beweglich ist, wie es bei dem elektrodynamischen Relais von Siemens (vgl. Handbuch, 1, 148) der Fall ist. Ferner kann die sonst vom Anker eines Elektromagnetes beschaffte Bewegung des Contacthebels auch durch den Kern des Elektromagnetes beschafft werden, wenn man denselben beweglich macht, entweder wie in dem ankerlosen Relais von Siemens, das in seiner Einrichtung wesentlich mit dem Stiftschreiber mit schwingendem Magnetkern (vgl. Handbuch, 1, 453) übereinstimmt, oder wie in dem Relais von Varley

Fig. 670.



(vgl. Du Moncel, Exposé, 3, 409) und in dem Relais von Meyer (vgl. Dingler, Journal, 215, 319; Du Moncel, Exposé, 3, 408), in denen der Kern in geeigneter Weise zwischen den Polen zweier Magnete, bez. eines Magnetes angebracht ist. Und auch die Bewegung des Contacthebels durch eine Magnetnadel in einem Multiplicatorgewinde ist nicht ausgeschlossen, wie dies schon Wheatstone (vgl. Handbuch, 1, 98), ferner E. Davy (vgl. Handbuch, 1, 112) und Varley (vgl. Du Moncel, Exposé, 3, 414) gezeigt haben[4]). — Vgl. auch Handbuch, 1, 170 und 512.

II. **Das Schwanenhals-Relais** ist in Fig. 670 abgebildet. Sein Elektromagnet E wird mittels zweier, an der Rückseite des Grundbrettes G befindlichen Klemmschrauben, nach denen auch die Spulenenden o, o geführt sind, in die Linie eingeschaltet. Der den Anker A tragende Hebel BB' ist mit seiner stählernen Axe p in dem Ständer C gelagert; in der geschlitzten Säule S lässt sich mittels der Schraube b

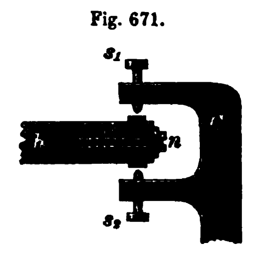
[4]) Eine ausführliche Behandlung der Relais (und Translatoren) giebt Du Moncel in seinem Exposé, 3, 394 ff.

das Messingstück g auf und nieder bewegen und so die Abreissfeder f stärker oder schwächer spannen, welche auf das Hebelende B' wirkt und bei stromfreier Linie den Hebel mit dem Ende B an die obere Schraube c in dem Schwanenhalsträger T anlegt; wird der Anker A von E angezogen, so legt sich B auf die untere Schraube e. T, S, C und E sind auf eine gemeinschaftliche Grundplatte P aufgeschraubt, T aber gegen P isolirt.

In Arbeitsstromlinien und überhaupt in den Linien, in welchen die Elektricität schreibt, muss c am Ende mit einem Elfenbeinplättchen, e mit einem Platinplättchen belegt sein, damit B den Localstrom durch den Schreibapparat über v, T, e, BB', f, g, S (oder p, C), P, w schliesst, und in B wird e gegenüber auch ein Platinplättchen eingelassen. Für Ruhestrombetrieb müsste c ein leitendes, e ein isolirendes Ende erhalten. Dasselbe Relais ist also unter Vertauschung der Schrauben c und e für Ruhestrom sowohl, wie für Arbeitsstrom verwendbar.

O. Schäffler in Wien hat, um dasselbe ohne Vertauschung der Schrauben c und e zu erreichen, bei einem 1873 in der Wiener Weltausstellung befindlichen Relais umgekehrt das vordere Ende des Ankerhebels h, Fig. 671, den beiden ganz metallenen Contactschrauben s_1 und s_2 im Ständer C gegenüber auf der einen Seite mit einem Platinplättchen, auf der andern Seite mit einem Elfenbeinplättchen belegt und diesen, mit einer Art Schneide in den Hebel h hineingreifenden Theil um eine Schraube n drehbar gemacht, so dass man nach Bedarf die Elfenbeinplatte oder die Platinplatte nach oben bringen kann.

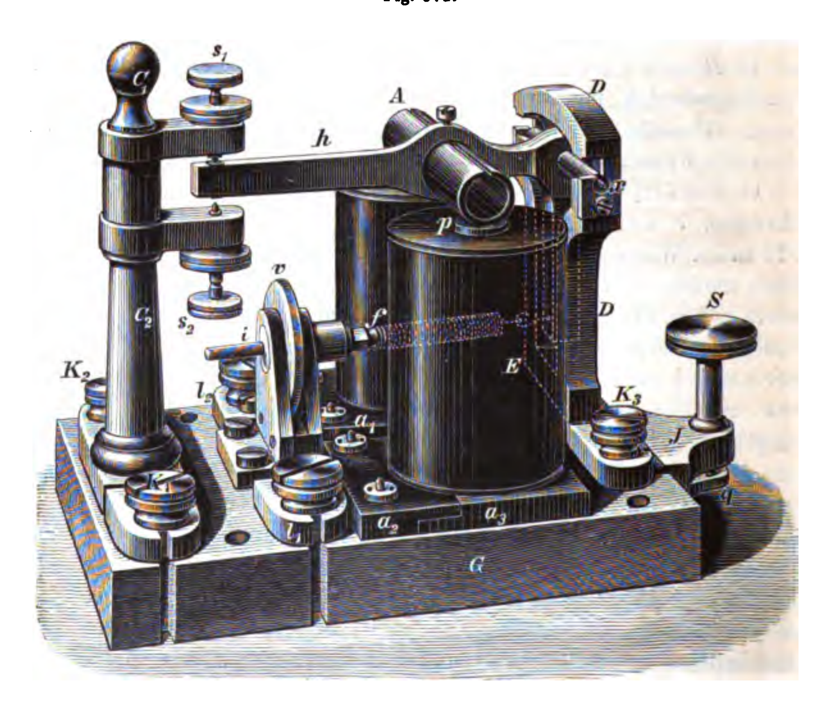
Fig. 671.



III. Ein älteres, bei den deutschen Reichstelegraphen zur Zeit noch mit benutztes Relais mit Winkelhebel ist in Fig. 672 abgebildet. Der Ankerhebel h ist winkelförmig und mit seiner Axe x in dem rahmenförmigen Träger D (vgl. Fig. 679) gelagert; an seinen nach unten gerichteten Schenkel heftet sich die Abreissfeder f, welche mit ihrem andern Ende an dem Schraubenstifte i befestigt ist; mittels der Schraube v wird die Spannung der Feder f regulirt. Der Anker A ist röhrenförmig und geschlitzt. Die Kerne p des zwischen den Klemmschrauben l_1 und l_2 eingeschalteten und auf zwei Ebonitplatten a_1 und a_2 und zwei Holzplatten a_3 ruhenden Elektromagnetes E sind mit ihrem eisernen Verbindungsstücke auf das nach links liegende Ende des schmalen Eisenstabes q aufgesetzt und lassen sich daher mittels der Schraube S heben und senken, dem Anker A nähern oder von ihm entfernen. Die Axe des Stabes q liegt in zwei Backen der rechts an die Grundplatte G an-

geschraubten Messingplatte J, welche mit diesen Backen in eine Höhlung des Grundbrettes G hineinragt. Der Hebel h spielt zwischen den beiden Contactschrauben s_1 und s_2 und ist ihnen gegenüber mit Platinplättchen belegt. Die Schraube s_2 sitzt in einem Arme an der Säule C_2, welche auf einer zugleich die Klemmschraube K_2 tragenden Messingschiene befestigt ist. Die Säule C_2 ist hohl, und durch sie geht ein von unten her fest an das Grundbrett G angeschraubter, oben die Schraube s_1 tragender Messingstab hindurch. Die Klemmschraube K_3 dient zur Be-

Fig. 672.



festigung des mit der Axe x des Ankerhebels h zu verbindenden Zuführungsdrahtes.

IV. **Amerikanische Relais.** Ein älteres, von den früher in Preussen angewendeten Relais (Dub, Elektromagnetismus, S. 453) wenig abweichendes amerikanisches Relais ist in Fig. 673 abgebildet. Die beiden Rollen M, M des liegenden Hufeisen-Elektromagnetes werden mittels der an der linken Seite der Grundplatte angebrachten Klemmen L' und L'' in die Linie eingeschaltet; der den Anker a tragende Contacthebel dreht sich um die Axe b und wird durch die regulirbare Abreissfeder f die Schraube c herangezogen, welche zugleich mit d im

Bügel $k\,i$ sitzt. Die Enden des Localstromkreises werden an die rechts Klemmschrauben l' und l'' geführt. Eine nur wenig abweichende Relais-Form ist in Bd. 4, S. 209 abgebildet.

Das Normal-Morse-Relais, welches bei der Western Union Telegraph Company angewendet wird, ist in der Fig. 674 dargestellt. Die

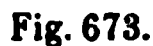
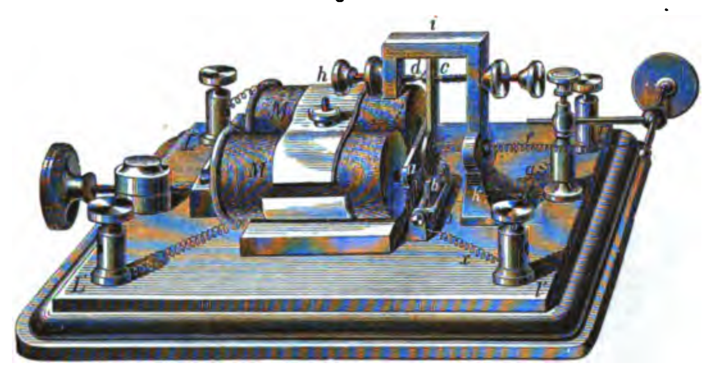
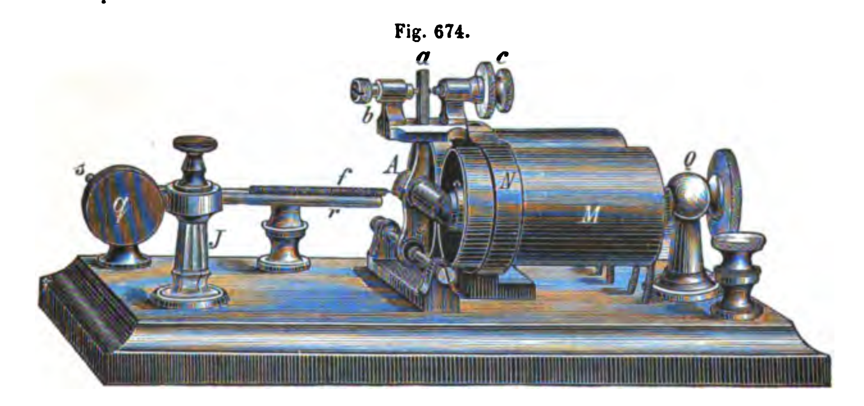


Fig. 673.



Kerne des Elektromagnetes M sind aus dem besten norwegischen Eisen, sorgfältig ausgeglüht und mit Draht aus dem besten Kupfer vom Lake superior von 97 % Leitungsvermögen umwickelt. Die Grundbreter des Apparates sind aus polirtem Mahagoniholze. Die Abreissfeder f dieses Relais und anderer amerikanischer (vgl. Fig. 676 und 677) ist mit einer eigen-

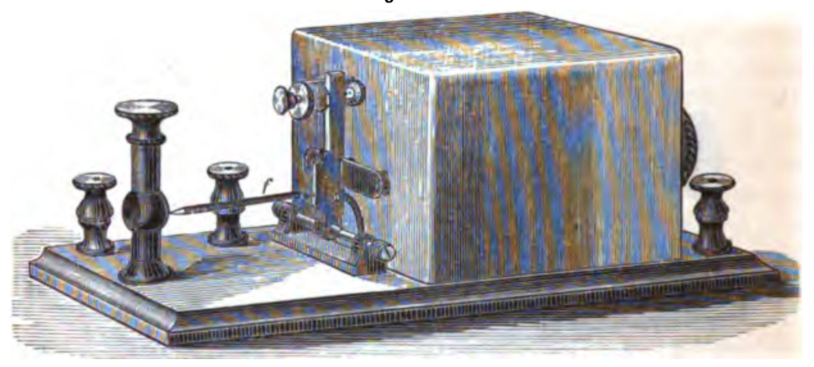
Fig. 674.



thümlichen Spannvorrichtung versehen. In dem Säulchen J ist der Stab r verschiebbar, der an seinem linken Ende die Schraube q trägt; mittels eines etwa an einem Stifte s im Schafte der Schraube q angebundenen Seidenfädchens (u, Fig. 676) ist das linke Ende der Abreissfeder f mit der Schraube q verbunden; nachdem durch Verschieben des Stabes r

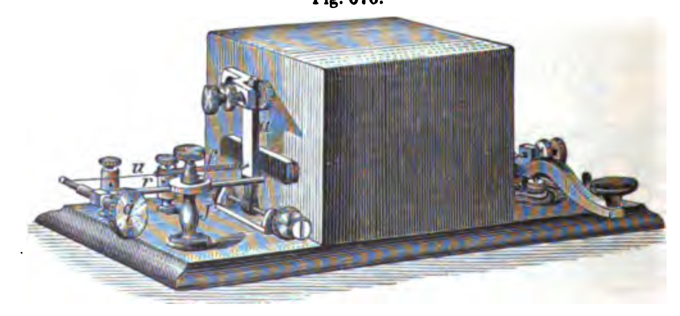
die Einstellung im Groben bewirkt ist, wird die feinere Regulirung durch Drehen der Schraube *q* bewirkt, wobei der Faden *u* sich auf- oder abwickelt. Die Rollen des Elektromagnetes *M* sind mit ihrem linken Ende durch ein festliegendes, ringförmiges Joch *N* gesteckt, während sie rechts von einer durch die Säule *Q* hindurchgehenden Schraube getragen werden und mittels einer Schraubenmutter dem

Fig. 675.



Anker *A* entsprechend der Stärke des Telegraphirstromes genähert oder von ihm entfernt werden können. Auf dem Joche *N* ist zugleich ein Winkelstück befestigt, das in seinen beiden Schenkeln die Stellschrauben *b* und *c* aufnimmt, mittels deren das Spiel des Ankerhebels *a* begrenzt wird. — Dieses Relais wird u. a. bei dem Elektromotor-Typendrucker

Fig. 676.



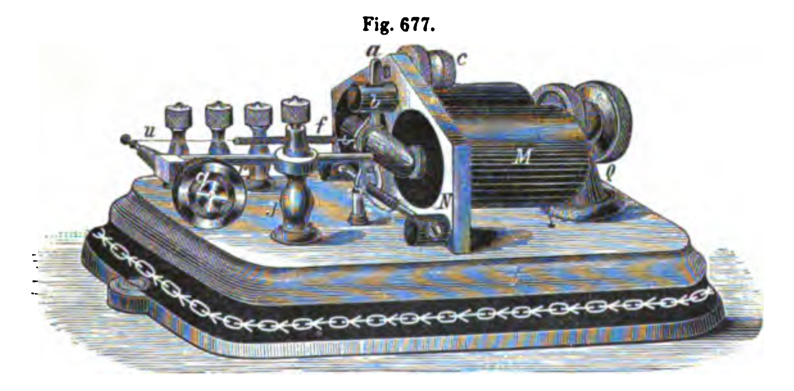
von Phelps benutzt (R_1 in Fig. 593 auf S. 705), wenn derselbe mit einfachen Strömen betrieben wird.

Die nächsten zwei Abbildungen, Fig. 675 und 676 zeigen das in den Vereinigten Staaten vielfach im Bahntelegraphendienste verwendete Kastenrelais (box relay). Es wird hergestellt mit und ohne Taster auf dem nämlichen Grundbrete. Bei demselben schlägt der Anker auf

einen Metallambos auf der Aussenseite des Mahagonikastens, in dem der Elektromagnet eingeschlossen ist; dies verursacht, dass das Relais einen sehr lauten Ton giebt, so dass in vielen Fällen eine Localbatterie und ein besonderer Klopfer entbehrlich werden und das Relais als Klopfer (S. 563) benutzt wird, namentlich häufig in nur zeitweilig erforderlichen Telegraphenstationen, welche durch die Anforderungen des Eisenbahndienstes oft verlangt werden.

Die Form des Relais, welches von Partrick und Carter in Philadelphia für die Western Union Company geliefert wird, ist in Fig. 677 abgebildet. Der Widerstand seines Elektromagnetes beträgt gewöhnlich 150 bis 175 Ohm. Bei diesem Relais ist die durch die Säule Q gehende, zur Einstellung des Elektromagnetes M dienende Schraube links- und rechtsgängig und der Elektromagnet wird durch zwei Muttern verschoben, bez. festgestellt.

Fig. 677.

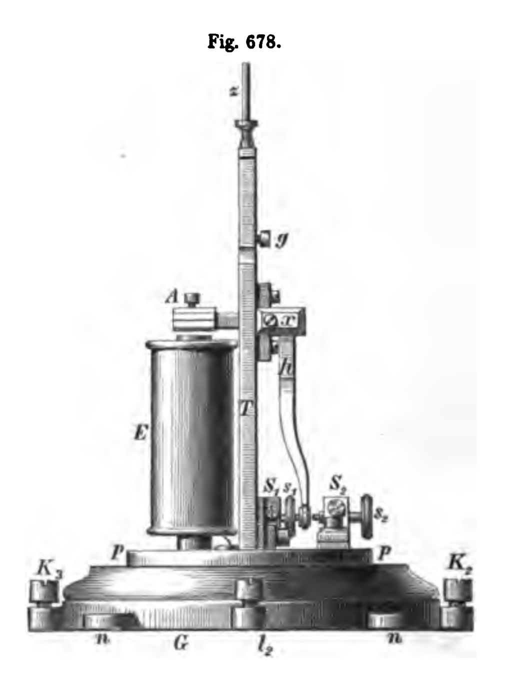


V. Das **Württembergische Winkelrelais**[5]) zeigen Fig. 678 und 679 ($^1/_3$ der natürl. Gr.) von vorn und in der Seitenansicht. Auf dem runden Grundbrete G liegt die Messingplatte P; in der Mitte der letztern steht der rahmenförmige Messingständer T mit zwei Ansätzen x, welche die Axe des Winkelhebels h tragen. Durch isolirende Zwischenlagen sind die Träger S_1 und S_2 der Schrauben s_1 und s_2 gegen die Platte P isolirt; zwischen den Schrauben s_1 und s_2 spielt der längere Arm des Hebels h, der auf seinem wagrechten kürzeren Arme den Anker A des Hufeisenelektromagnetes E trägt. Von der Schraube g reicht nach dem letztgenannten Arme eine Spiralfeder f herab; die Schraube g aber ist in einen Schieber s eingeschraubt, welcher sich innerhalb des rahmenförmigen Trägers T auf und niederbewegen lässt mittels eines Schlüssels

[5]) Ausser diesem (ältern) Relais wird in Württemberg noch ein Dosen-Relais benutzt, welches von dem in VII. beschriebenen nur unwesentlich abweicht.

Z, der durch die das Relais überdeckende Schutzglocke aus Glas hindurch auf das kantige Ende der Schraube z aufgesteckt werden kann; die Schraube z hat ihr Muttergewinde in dem obern Querstücke des Rahmens T. Die Schrauben s_1 und s_2 sind an ihren Enden mit Platin belegt, und auch der in das untere Ende des Hebels h eingesetzte Kegel ist mit Platin armirt. Die Telegraphenleitung wird an zwei, vorn und hinten an G angeschraubte Klemmschrauben l_1 und l_2 geführt, welche mit den Enden der Drahtrollen E verbunden sind. Von einer Klemmschraube K_2 rechts wird ein Draht nach S_2 oder S_1 geführt, je nachdem das Relais in eine Arbeitsstromlinie oder in eine Ruhe-

Fig. 678.

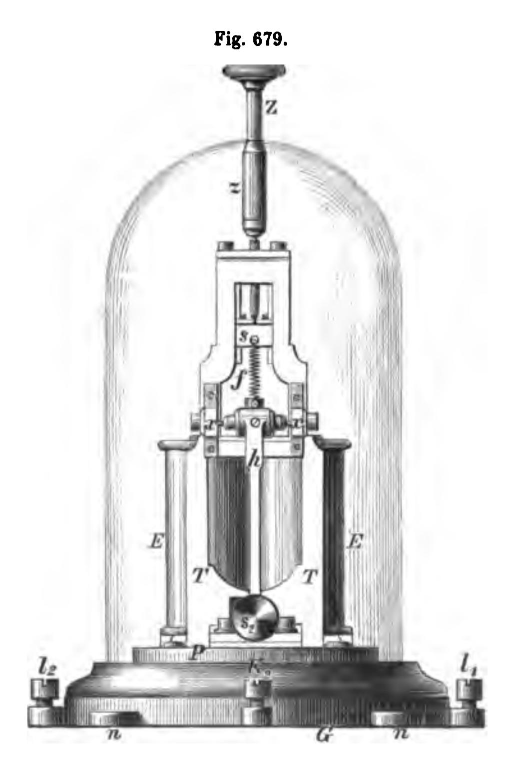


stromlinie eingeschaltet werden soll; die Klemme K_3 steht mit dem Träger T in leitender Verbindung; von den Polen der Localbatterie laufen Drähte nach K_2 und K_3. Mittels vier durch die Oesen n hindurch in die Tischplatte eingeschraubte Holzschrauben wird das Relais auf dem Apparattische befestigt.

VI. **Das Relais von Hipp,** Fig. 680, wird besonders in der Schweiz gebraucht. Bei demselben heften sich zwei Spiralfedern f_1 und f_2, Fig. 681, an ein Messingviereck (die Laterne) m an, durch welche der ganz eiserne Ankerhebel A frei hindurchgeht. Die beiden Spannfedern sind im Innern der Säule B untergebracht. Der Ankerhebel

ruht mit einer nach unten gerichteten Schneide auf entsprechenden Ausschnitten des an die Säule *B* angeschraubten messingenen Lagers A_1. Das aus der Säule *B* rechts vortretende Ende des Hebels *A* spielt zwischen zwei Schrauben; die untere dient als Ruhelageschraube, indem die Feder f_2, das Uebergewicht des Ankers überwindend, den Hebel *A* auf diese Schraube auflegt. Der die obere Schraube tragende, auch an die Säule *B* angeschraubte Bund A_2 ist gegen die Säule *B* isolirt. Die obere Feder f_1 ist mit dem oberen Ende in eine Schraube *c* ein-

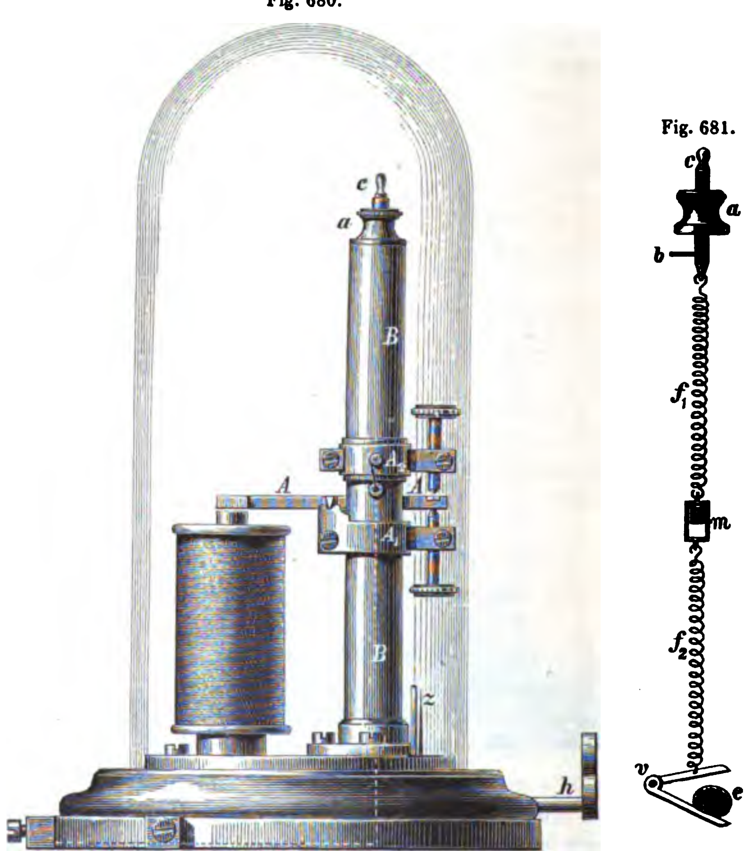
Fig. 679.



gehängt, welche durch die oben auf die Säule *B* sich auflegende Mutter *a* in einer bestimmten Höhe erhalten wird; damit sich beim Drehen der Mutter *a* nicht auch die Schraube *c* mitdrehe, ist letztere mit einem Stifte *b* versehen, welcher sich in einem Schlitze der Säule *B* auf und nieder bewegen kann. Die Feder f_2 ist mit ihrem untern Ende an einem Winkelstück *v* befestigt, zwischen dessen Schenkeln sich eine excentrische Scheibe *e* befindet, die mit einer rechts aus der hölzernen Bodenplatte des Relais vortretenden Stange *h* in Verbindung steht und durch welche die Spannung von f_2 regulirt wird.

An diesem Hebel ist noch ein Zeiger z angebracht, welcher über einem Bogen mit 60 Theilstrichen spielt und bei richtiger Spannung der beiden Federn f_1 und f_2 auf der Mitte der Theilung (auf Strich 30) stehen soll, während bei Stellung des Zeigers auf 0 der Anker eben frei über den Elektromagnetkernen schweben soll. Die Rollen sind aus 0,2 mm dickem Draht gewickelt und haben 400 bis 500 S. E. Widerstand.

Fig. 680.



Die Grundplatte ist bei den in der Schweiz verwendeten Relais vierkantig, und dann liegen die 4 Klemmschrauben an der linken Fläche der Grundplatte.

VII. Bei dem **Dosenrelais von Siemens und Halske,** das u. a. auch in Bayern benutzt wird, stehen die mit Schuhen versehenen Pole m, m', Fig. 682, des stehenden Elektromagnetes oben aus einer Holzbüchse

hervor; der in dem Bügel *h* gelagerte Anker *d* ragt mit einer Verlängerung (oder mit einem im rechten Winkel von *d* auslaufenden Arme) zwischen die Contactschraube *e* und das Achatknöpfchen *c* hinein, welche in den geschlitzten seitlichen Vorsprüngen eines gegen die Grundplatte isolirten und durch eine Schraube verschiebbaren (oder auch drehbaren) Metallstückes angebracht sind. Alle diese Theile liegen unter einem mit Bajonetverschluss übergestürzten Messingdeckel mit Glastafel gegen Staub geschützt; aus der Messingtafel ragen blos die auf die Dorne der Regulirungsschrauben aufgesteckten Schlüssel *a* und *b* und oft noch ein Messingstäbchen heraus, das die Verlängerung des Contacthebels *d* bildet und die Bewegung dieses Hebels mittels der Hand ermöglicht (vgl. Fig. 683, S. 798). In *x* und *y* schliesst der Linienstromkreis sich an die Elektromagnetspulen an, in *v* und *w* mündet der Localstrom, welcher bei der in Fig. 682 gezeichneten Lage von *c* und *e* während der Anziehung des Ankers *d* geschlossen ist. Für Ruhestromlinien wären also *c* und *e* zu vertauschen.

Fig. 682.



Ein neueres (1871) Dosenrelais mit gusseiserner Dose, ist im 4. Bande auf S. 210 abgebildet.

Anstatt einer Spannfeder *f* wurden an von anderen Fabriken gelieferten Dosenrelais oft deren zwei angebracht, welche von entgegengesetzten Seiten her sich an den Anker anheften.

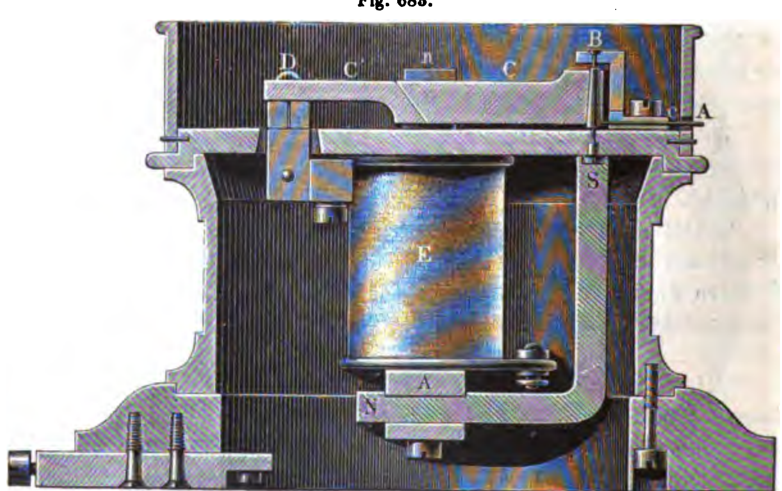
VIII. **Das polarisirte Relais**[6]) **von Siemens und Halske** (1858) hat wesentlich dieselbe elektromagnetische Anordnung wie die polarisirten Farbschreiber von 1859, 1860 und 1861 (vgl. Handbuch, 1, 465 ff.). Dasselbe ist in Fig. 683 im Längsschnitte, in Fig. 684 im Grundrisse abgebildet. Die unteren Enden der beiden Kerne des zweischenkeligen Elektromagnetes *E* sind durch ein flaches Eisenstück *A* verbunden und dieses ist mittels zweier Schrauben auf dem Nordpolende *N* eines rechtwinkelig gebogenen, L-förmigen, breiten Stahlmagnetes *NS* befestigt, welche zugleich durch das unter *N* gelegte Eisenstück hindurchgehen; die oberen Kernenden sind daher beide nordmagnetisch. Die Drahtrollen des Elektromagnetes haben annähernd jede etwa 8000 bis 9000 Windungen und 600 S. E. Widerstand. Der Elektromagnet *E* befindet sich in einer Messingbüchse, die oben durch eine Metallplatte geschlossen, unten auf einen offenen Holzring aufgeschraubt ist. Ueber die Metall-

[6]) Das elektrodynamische Relais und das submarine Relais von Siemens sind im 1. Bande S. 148 besprochen.

platte treten die Kerne ein wenig heraus und tragen auf ihren oberen Enden verstellbare Polschuhe *n*, *n*; über die etwas dünneren und mit Schraubengewinde versehenen Kernenden sind aber zunächst zwei, noch unter den Polschuhen liegende Muttern geschraubt und so das ganze Magnetsystem hängend an der Metallplatte befestigt. Die über die Muttern noch vortretenden Theile der Kernenden sind auf etwa 8 mm Höhe abgeflacht und auf diese abgeflachten Theile werden die Polschuhe gesteckt; die über die Polschuhe noch vorstehenden äussersten Enden der Kerne sind wieder mit Schraubengewinde versehen, und die darüber geschraubten Muttern halten die Polschuhe nach deren entsprechender Einstellung fest.

Das Südpolende *S* des Stahlmagnetes ist gabelförmig ausgeschnitten

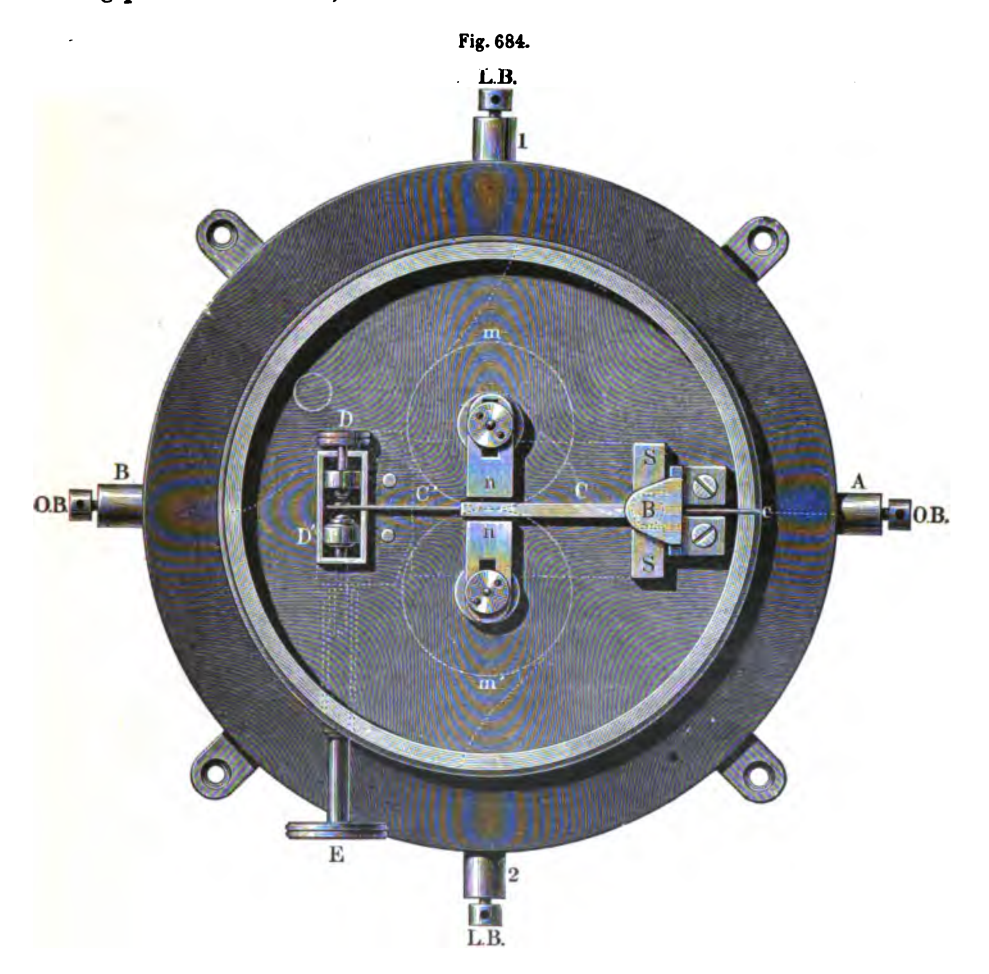
Fig. 683.



und tritt mit den an den innern Seiten stumpf zugeschärften Gabelzinken ebenfalls durch entsprechende Oeffnungen der metallenen Deckplatte nach oben hervor. In der Mitte zwischen den Gabelzinken ist eine Schraube von unten in die Deckplatte eingeschraubt, und die an der Spitze dieser Schraube angebrachte kleine konische Vertiefung dient als unteres Lager der senkrecht stehenden Axe des zwischen den Enden des Stahlmagnetes drehbar befestigten flachen Eisenankers *C*. Das andere Ende dieses durch Induction südmagnetisch gewordenen Ankers liegt zwischen den nordmagnetischen Polschuhen *n* und *n*. Das obere Lager der in dem cylindrisch geformten Ende des Ankers befestigten, dünnen, stählernen Axe befindet sich senkrecht über jener Schraube zwischen den Gabelzinken, welche das untere Lager der Anker-

axe bildet, in dem wagerechten Lappen des mittels zweier Schrauben auf der Metallplatte befestigten Messingwinkels *B*. Durch einen Ausschnitt dieses Messingwinkels reicht der, eine Fortsetzung des Eisenankers bildende Stahlstift *c*, mittels dessen die Beweglichkeit des Ankers geprüft werden kann, bis etwas über den Rand der Platte hinaus. Der

Fig. 684.



Eisenanker *C* ist auf der anderen Seite über die Polschuhe hinaus durch die aus Neusilber hergestellte Zunge *C'* verlängert. An ihrem Ende trägt diese Zunge *C'* zu beiden Seiten je ein kleines Platinplättchen. Die Bewegung der Zunge und damit die des Ankers *C* wird entweder durch die beiden an den Spitzen mit Platin armirten Contactschrauben *D* und *D'* begrenzt, welche in zwei senkrecht aus der Deckplatte heraus-

ragende Backen des sogenannten Contactschlittens eingeschraubt sind, der mittels der Schraube E eingestellt werden kann; oder es ist, wie in Fig. 684 die eine Schraube D' mit einem Achathütchen versehen. Im letztern Falle sind von den acht an der untern Fläche des Holzringes eingelassenen und mit Holzschrauben an ihm befestigten Schienen vier durchbohrt und dienen zum Festschrauben des Relais auf dem Tische. Mit den beiden Schienen 1 und 2, die mit den Enden der Rollenbewickelung verbunden sind, wird das Relais in die Linie eingeschaltet; an die beiden in Fig. 684 mit B und A bezeichneten, mit der Schraube D, bez. mit dem Relaiskörper verbundenen Schienen werden die Enden des Localstromkreises geführt. Im ersteren Falle, namentlich wenn das Relais auch als Translator benutzbar sein soll, muss auch die Schraube D' mit einer der acht Schienen verbunden werden und dann dienen blos drei derselben zur Befestigung des Relais auf dem Tische.

Auf die Deckplatte ist eine mit einer Glasplatte abgeschlossene Messingkapsel aufgesetzt und wird mittels eines Bajonettverschlusses an ihr festgehalten.

Die beiden Rollen des Elektromagnetes E sind so gewickelt, dass ein sie durchlaufender Telegraphirstrom den einen Pol verstärkt, den andern schwächt. Wird nun derjenige Pol, welcher geschwächt wird, von Anfang an dem Anker C näher gestellt als der andere, so dass er bei stromloser Linie den Anker C an sich heranzuziehen vermag, so wird das Relais sich zur Benutzung in Arbeitsstromlinien (bez. Ruhestromlinien) eignen. Werden dagegen die Polschuhe n, n so gegen den Anker C eingestellt, dass derselbe nach Aufhören eines ihn bewegenden Stromes an dem Pole, an den ihn der Strom gelegt hat, liegen bleibt, so wird mit Wechselströmen telegraphirt werden müssen, und zwar sind flüchtige (vgl. S. 359) brauchbar, weil die nöthige Nachwirkung durch die magnetische Festhaltung des Ankers C an jedem Polschuhe beschafft werden kann.

IX. **Das Hughes-Relais.** Unter der Bezeichnung als grosses und kleines Hughes-Relais stehen in den Telegraphenämtern des Reichs-Postamtes zwei polarisirte Relais in Verwendung, welche in der Einrichtung ihres Elektromagnetes mit dem Typendrucker von Hughes (vgl. S. 624) übereinstimmen. Diese beiden Relais unterscheiden sich von einander durch ihre Grösse; die Rollen des kleinen haben 200 S. E., die des grossen 1200 S. E. Gesammtwiderstand; die Gesammtzahl der Windungen ist bei ersterem 7000, bei letzterem 19000. An dem grossen Relais sind auf dem Grundbrette zu beiden Seiten des Elektromagnetes (an Stelle der Klemmen l_1 und l_2 in Fig. 686) je drei kleine Schienen angebracht, welche die Rollen nach Belieben in Parallelschal-

tung oder in Hintereinanderschaltung in die Linie einzufügen gestatten. Das grosse Hughes-Relais wird als Uebertrager in Hughes-Leitungen



Fig. 685.

Fig. 686.

und in unterirdischen Morseleitungen verwendet. Bei den Uebertragern in unterirdischen Hughes-Leitungen werden die Rollen neben einander, bei den Uebertragern in oberirdischen aber hinter einander geschaltet;

die Elektromagnetanker sind so einzustellen, dass sie durch die Telegraphirströme abgestossen werden. Bei den Uebertragern in unterirdischen Morseleitungen werden die Rollen neben einander geschaltet und ebenfalls so, dass die Anker von den Telegraphirströmen abgestossen werden. Das kleine Hughes-Relais dient als Relais in unterirdischen Morseleitungen und wird dabei so eingestellt und eingeschaltet, dass die Telegraphirströme den Anker anziehen; die Leitung wird dabei, wenn mit Kupferströmen gearbeitet werden soll, an die Klemme l_1 in Fig. 686 geführt, dagegen an die Klemme l_2, falls mit Zinkströmen gearbeitet wird.

In Fig. 685 und 686 ist in halber natürlicher Grösse das grosse Hughes-Relais (ohne Rollen-Umschalter) in Aufriss und Grundriss abgebildet. Die innern Enden der Rollen des Elektromagnetes E sind in Fig. 686 an zwei durch Ebonitunterlagen isolirten Klemmen befestigt, welche durch einen starken Draht mit einander verbunden werden; die äusseren Enden laufen an zwei ähnliche Klemmen n_1 und n_2, von denen Drähte nach den Klemmen l_1 und l_2 weiter gehen und hier sich an eine Telegraphenleitung anschliessen. Die Windungen sind zwischen je zwei Messingscheiben auf die weichen Eisenkerne k unmittelbar aufgewickelt und mit lackirtem Leder überzogen. Auf die Schenkel des aus zwei auf einander liegenden Lamellen bestehenden Hufeisenstahlmagnetes M sind die hohlen Kerne k des Elektromagnetes E aufgeschraubt, so dass die auf dieselben aufgeschraubten Polschuhe p polarisirt werden.

Der Ankerträger besteht aus zwei lothrechten mit einer gemeinschaftlichen Grundplatte T_1 verbundenen Ständern T, welche durch eine auf ihren oberen Kanten mittels zweier Schrauben befestigten Querverbindung T_2 zusammengehalten werden. Auf der oberen Fläche und mit dieser vereinigt trägt die Querverbindung ein, nach der Contactsäule K zu, mit einem lothrechten Schlitze versehenes Messingrohr, in welchem die Stellschraube v für den Federspanner und der mit einem Muttergewinde versehene Arm e Aufnahme finden. Etwa 8 mm unterhalb der vorgenannten Querverbindung ist in jedem der beiden Ständer T eine mit fein polirter Spitze versehene Schraube x als Axe für den Ankerhebel h eingeschraubt; die in Fig. 686 nach vorn zu liegende dieser beiden Axenschrauben ist verstellbar und kann durch eine Gegenmutter festgelegt werden, während die andere dauernd fest angezogen ist. Der Ankerhebel h ist an einem Ende mit einer zur Aufnahme der Axe x bestimmten Hülse versehen und wird mit einer Schraube an der Axe x befestigt. Derselbe trägt, den Polschuhen p gegenüber, den aus weichem Eisen gefertigten Anker A, welcher in die untere Fläche des Hebels etwas eingelassen und an diesem mittels einer Schraube befestigt ist. Das andere freie Ende des Ankerhebels reicht bis zwischen

die Contactschrauben s_1 und s_2 und ist an den Stellen, welche den aus Platindraht bestehenden Enden dieser Schrauben gegenüberliegen, mit Platinplättchen versehen. Zwischen der Axe x und dem Anker A ist in dem Hebel h, behufs Aufnahme der andererseits an dem Arm e befestigten Abreissfeder f, eine kleine Durchbohrung angebracht. Die aus feinem Stahldrahte gewundene Spiralfeder f muss so eingehängt sein, dass dieselbe sich ohne alle seitliche Spannung leicht bewegen lässt, wenn der Arm e durch Drehung der Schraube v nach links herum entsprechend tief genug gesenkt worden ist.

Die Abreissfeder f wird beim grossen Relais mittels der Schraube v so eingestellt, dass sie bei der geringsten Aenderung des magnetischen Zustandes durch einen E durchlaufenden Strom den um x drehbaren einarmigen Ankerhebel h gegen die Contactschraube s_1 legt. Das kleine Hughes-Relais wird natürlich so eingestellt, dass die Feder f den Ankerhebel h an s_1 festhält, während die die aus übersponnenem Kupferdrahte von 0,22 mm Dicke hergestellten Rollen des Elektromagnetes E durchlaufenden und den Magnetismus der Kerne k verstärkenden Linienströme ihn auf s_2 herabziehen.

Da nun s_1 und s_2 durch ein Hartgummistück g und unten innerhalb K durch ein zweites gegen einander isolirt sind, und da die zwei Klemmen K_1 und K_3 bezw. mit dem Ankerhebel h und mit s_1 verbunden sind, s_2 mit dem Fusse K_2 der hohlen Säule K (vgl. Fig. 672, S. 790) in metallischer Verbindung steht, so kann das kleine Relais sowohl in Arbeitsstrom-, wie in Ruhestromlinien, das grosse als Uebertrager benutzt werden.

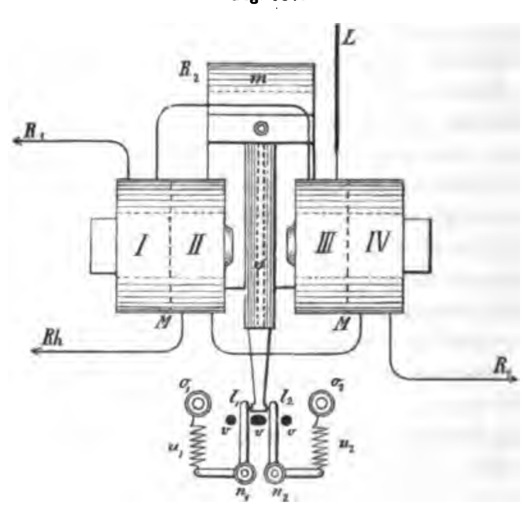
Die magnetisirende Wirkung der Magnete M auf die Kerne k lässt sich mittels des M schliessenden Ankers NS aus weichem Eisen reguliren (vgl. S. 627). Der Magnet M ist mittels der Messingschiene m und durch zwei in den Fuss T_1 des Ankerträgers T eingeschraubte Schrauben a auf der hölzernen Grundplatte G befestigt.

Bei der vorläufigen Einstellung wird der Anker A des (kleinen) Hughes-Relais durch entsprechende Drehung der Contactschrauben s_1 und s_2 so eingestellt, dass derselbe etwa 1 mm von den Polschuhen p entfernt liegt, wenn der Platincontact die Contactschraube s_2 berührt; die Contactschraube s_1 darf dabei höchstens 0,2 mm von dem Platincontact entfernt sein. Alsdann wird der Schwächungsanker NS soweit vorgeschoben, bis das zugespitzte Ende desselben den nach links liegenden Pol des Stahlmagnetes M etwa auf ein Drittel seiner Breite berührt. Wird nun die Abreissfeder f durch Drehung der Stellschraube v soweit gespannt, dass der Anker in Folge der Einwirkung des ankommenden Linienstromes auf den Magnetismus der Elektromagnetkerne mit der erforderlichen Sicherheit emporschnellt und nach Unter-

brechung des Stromes wieder in seine Ruhelage zurückgeht, so ist das Relais zum Arbeiten auf Abstossen vorbereitet. Soll das Relais auf Anziehen arbeiten, so müssen die Stellung des Schwächungsankers NS und die Spannung der Abreissfeder f so gewählt werden, dass der für gewöhnlich an s_1 anliegende Ankerhebel durch die Wirkung des Stromes auf s_2 herabgezogen wird.

X. **Smith's Relais.** Das von Gerritt Smith in Neuyork beim Doppelgegensprechen verwendete und mit dem Namen compound relay belegte Relais (vgl. Telegrapher, Bd. **13**, S. 21; Elektrotechnische Zeitschrift, **1880**, S. 241) ist in Fig. 687 schematisch dargestellt; eine gute Abbildung desselben findet sich in Prescott, Electricity, S. 859.

Fig. 687.



Der sehr leichte (hohle) cylindrische Anker s wird durch den einen Pol eines gebogenen Stahlmagnetes m polarisirt, z. B. südmagnetisch gemacht; dann sind die auf den andern Pol des Magnetes m aufgesetzten Kerne (vgl. VIII.) der Elektromagnete M, M nordmagnetisch. In der Ruhelage werden, wie Fig. 687 zeigt, durch die Federn u_1 und u_2 die beiden um die Axen n_1 und n_2 drehbaren Winkelkebel l_1 und l_2 gegen das Ende von s gepresst; die Spannung der Federn u_1 und u_2 wird mittels Schrauben in den Ständern o_1 und o_2 regulirt; drei mit Elfenbeinknöpfen versehene Schrauben v begrenzen das Spiel der Winkelhebel. Die Hebel u_1 und u_2 schliessen den Localstromkreis, so lange sie — in der Ruhelage — beide an s anliegen. Wird dagegen der Anker s durch die Wirkung eines die Elektromagnete M, M durchlaufenden

Stromes nach links oder nach rechts bewegt, so schiebt er den einen Hebel vor sich her und der andere folgt ihm, bis er von der mittleren der Stellschrauben *v* aufgehalten wird und dem weitergehenden Anker *s* nicht mehr zu folgen vermag; in diesem Augenblicke tritt die Unterbrechung des Localstromes ein.

Für die Zwecke des Doppelgegensprechens besteht jeder Elektromagnet *M* aus zwei an einander geschobenen Spulen I und II, bez. III und IV von je 100 Ohm Widerstand. Durch Schrauben lassen sich die beiden Elektromagnete *M* auf einem Schlitten verschieben, einander und dem Anker *s* nähern und von ihm entfernen. Die Spulen haben nur 30 mm Länge und 35 mm Durchmesser; sie bestehen aus Ebonit und sind in eine sie gegen Beschädigung schützende Ebonitröhre eingeschlossen.

XI. **Bright's Relais.** Um das Relais empfindlicher zu machen, hat Charles Bright im Telegraphic Journal, Bd. 7, S. 404, vorgeschlagen, den die Schliessung des Localstromes bewirkenden Anker des Elektromagnetes, während er angezogen wird, von der seiner Anziehung entgegenwirkenden Abreissfeder zu befreien. Dazu wird die Abreissfeder nicht an den Ankerhebel selbst, sondern an ein Zwischenstück angeheftet, welches erst mittels eines Fadens den Zug der Feder auf den Anker überträgt; an dem Zwischenstücke aber ist ein zweiter Anker angebracht, welcher durch die Telegraphirströme angezogen wird, dabei die Abreissfeder spannt, den Faden aber abspannt. Die Einrichtung ist a. a. O. sowohl für das Telegraphiren mit einfachen Strömen, als auch für das Telegraphiren mit Arbeitsströmen von zweierlei Richtung skizzirt.

XII. **Das Relais von C. C. Vyle,** eines Beamten der Postal Telegraph Department in London, gleicht in seiner elektromagnetischen Anordnung wesentlich dem Hughes-Relais (vgl. IX.) und hat sich bei den auf den längsten und verkehrsreichsten Linien angestellten Versuchen als sehr empfindlich herausgestellt. Seine Rollen, mit je 200 Ohm Widerstand, sind differential gewickelt, so dass das Relais zum einfachen Sprechen und auch zum Gegensprechen zu brauchen ist. Seine ganze Bauart ermöglicht auch seine Benutzung als Klopfer. Vergl. Telegraphic Journal, Bd. 8, S. 378.

XIII. **Das Relais von Warburton und Crossley.** Die Ingenieure E. C. Warburton in Manchester und L. J. Crossley in Halifax haben ein sowohl für Wechsel-, als für einfache Ströme eingerichtetes Relais construirt, das ohne Abreissfedern arbeitet. Dasselbe ist von anderen polarisirten Relais hauptsächlich dadurch unterschieden, dass eine Nadel von weichem Eisen unter dem Einflusse eines starken permanenten Magnetes zwischen den Polschuhen des Eisenkernes eines Elektro-

magnetes spielt. Nach der Richtung des die Spulen des letzteren durchfliessenden Stromes wird die Nadel zwischen den Contacten hin- und hergeführt. (Vgl. Telegraphic Journal, Bd. 8, S. 96.) Das Relais eignet sich besonders für das auf englischen Eisenbahnen stark in Benutzung stehende Bright'sche Glockenapparat-System (vgl. S. 549).

XIV. **Das Post Office Standard Relay.** Das in der englischen Verwaltung benutzte polarisirte Relais von Stroh (vgl. Telegraphic Journal, Bd. 8, S. 101 und 119) besitzt in seiner elektromagnetischen Einrichtung grosse Verwandtschaft mit dem neueren Magnetzeiger Wheatstone's (vgl. S. 607); es hat sich als ganz vorzüglich zum Telegraphiren mit sehr rasch auf einander folgenden Wechselströmen geeignet erwiesen. Dieses Relais sollte trotz seiner Empfindlichkeit den Einflüssen der atmosphärischen Entladungen nicht unterworfen sein.

Die Polenden des den Relaisanker polarisirenden Hufeisenmagnetes liegen in einer verticalen Ebene wagrecht über einander, der Bug des Hufeisens liegt aber nicht in derselben Verticalebene, sondern es sind die Schenkel des Hufeisens in wagrechter Richtung so stark herumgebogen, dass der Bug nahezu wieder bis neben die Polenden herangebracht wird, jedoch in einem Abstande von denselben, welcher etwa der Länge des gerade gebliebenen Theiles der Schenkel gleicht. Der verticale Messingstab, welcher die beiden als Anker dienenden Lappen oder Zungen aus weichem Eisen trägt, steht aufrecht neben den Polenden auf der Seite nach dem Buge zu, und nach dem Buge hin erstrecken sich auch die beiden Zungen; letztere ragen zwischen die vier Polschuhe auf den Enden der beiden aufrecht stehenden stabförmigen Elektromagnetrollen hinein. Zwischen den Rollen und dem Buge ist endlich noch eine Messingsäule angebracht, an welche der Stahlmagnet mit dem Buge festgeschraubt ist; in die beiden Polenden aber sind auf ihrer Aussenseite seichte Rinnen eingefeilt, in denen die Spitzen von zwei Schrauben ruhen, welche zugleich zur Befestigung des Hufeisens dienen und gestatten, die Polenden den Zungen mehr oder weniger zu nähern. Es hat sich herausgestellt, dass das Relais nur dann am empfindlichsten arbeitet, wenn die Pole gerade einen bestimmten Abstand von der Zunge haben. Die Zungen stehen nicht neben den äussersten Enden der Schenkel des Hufeisens, sondern ein Stück von denselben entfernt, weil sich gezeigt hat, dass bei einer solchen Stellung der Zungen gegenüber den Polen die Zungen kräftig magnetisirt werden, ohne dass sie aber stark nach dem Magnete hingezogen würden; bei dieser Anordnung fällt also die Reibung an den Zapfen geringer aus.

Die Stabelektromagnete haben Kerne aus weichem Eisen und auf diesen je zwei ebensolche Polschuhe. Jede Rolle besitzt in der Mitte

ihrer Länge eine sie in zwei Theile trennende Schiedplatte; die Rollen sollen nämlich so gewickelt werden, dass sie keine „inneren Enden“ haben, weil diese bei zufälligem Brechen dem Ausbessern Unbequemlichkeiten bieten. Es wird daher zuerst das innere Ende der einen Rollenhälfte durch ein Loch der Schiedplatte hindurchgesteckt, dann die eine Hälfte der Rolle bewickelt, darauf das innere Ende der zweiten Hälfte mit dem der ersten Hälfte gut verbunden und nun die zweite Hälfte bewickelt. So bekommt jede Rolle zwei „äussere Enden“ und die Ausbesserungen bei etwaigem Abbrechen eines Endes lassen sich leicht ausführen. Durch 2 Messingspangen lassen sich die Klemmschrauben, an welche die vier Enden geführt sind, leicht so verbinden, dass die Rollen nach Bedarf hinter oder neben einander geschaltet sind. Der Widerstand jeder Rolle beträgt 200 Ohm. Bei schnellem Arbeiten spricht das Relais gut an, wenn ein Strom von 1 Milliweber durch jede Rolle geht; bei Hintereinanderschaltung der Rollen arbeitet das Relais mit noch viel schwächeren Strömen. Beim Wickeln wird grosse Sorgfalt darauf verwendet, dass die beiden Rollen genau gleichen Widerstand besitzen und in ganz gleicher Weise gewickelt sind, so dass sich ihre Wirkung vollständig aufhebt, wenn ein starker Strom in entgegengesetzter Richtung durch sie geschickt wird.

Der die Axe der beiden Zungen bildende Messingstab ist an seinen beiden Enden mit Stahlzapfen versehen; der obere Zapfen dreht sich — wie in Fig. 513 und 514 auf S. 607 der vordere — in einem Messingbügel; der fein polirte untere Zapfen steckt in einem Loche der runden messingenen Grundplatte, ruht aber auf einer kleinen polirten Stahlplatte, damit nicht durch grosse Reibung die Empfindlichkeit des Relais vermindert werde. In der oberen Messingplatte, auf welche der Bügel aufgeschraubt ist, ist eine kreisbogenförmige Rinne eingearbeitet, in welcher der messingene Schlitten sich bewegen kann, welcher die beiden durch eine Ebonitplatte gegen einander isolirten Contactschrauben trägt, zwischen denen der die Schliessung des Localstromes vermittelnde Contactarm spielt; eine Spiralfeder zieht den Schlitten beständig in der einen Richtung, durch eine auf einen zweiarmigen Hebel wirkende Stellschraube lässt der Schlitten sich nach der andern Richtung hin verschieben; die Axe des Hebels sitzt in der Säule, an welche der Bug des Hufeisens angeschraubt ist. Von zwei Klemmschrauben auf der oberen Messingplatte laufen Spiraldrähte nach den Contactschrauben; eine dritte Schraube ist mit der Grundplatte, diese aber durch einen dünnen Kupferdraht mit der Axe der Zungen verbunden; auf dieser Axe endlich sitzt ein Messingarm, welcher an seinem vorderen Ende mit einem (wie x in Fig. 698 nach beiden Seiten vorstehenden) Contactstück aus Platin ausgerüstet ist.

XV. **Das Relais von Brown und Allan.** Das Kabel Porthcurnow-Vigo der Eastern Telegraph Company wird, wie die Landlinien, mit Wechselströmen (double current system) betrieben unter Benutzung des Relais von Brown und Allan, das in Fig. 688 und 689 in Seitenansicht und Grundriss abgebildet ist[7]). An einem starken Träger *h* ist der sehr leichte, einschenklige Elektromagnet *M* (Widerstand 500 Ohm) mit Hülfe zweier Seitenfäden f_1 und f_2 eingespannt; der Grad der Spannung lässt sich mit Hülfe der Schraube *u* reguliren. Der fest mit der Drathspule verbundene, hohle Eisenkern *a* wird in der Ruhelage mit Hülfe der zwei Spiralfedern r_1 und r_2 in gleicher Entfernung von den Polen *n* und *s* zweier Hufeisenmagnete gehalten. Je nach der Richtung eines die Windungen von *M* durchlaufenden Stromes bewegt sich der mit *M* verbundene Anker *a* in Folge der doppelten Anziehung und Abstossung der vier Pole nach rechts oder links. Den Schluss der Localbatterie vermittelt ein Hülfshebel *b*, „jockey armature“ genannt, welcher in einem auf der oberen Mantelfläche der Drahtspule befindlichen Lager *c* mit ziemlich starker Reibung drehbar ist; letztere lässt sich mittels einer Schraubenmutter, welche auf eine Spiralfeder wirkt, beliebig ändern. Der Zweck der eben beschriebenen Theile besteht nun darin, dass eine Aenderung der Stromstärke den sofortigen Schluss bezw. die sofortige Unterbrechung des Localstromkreises zur Folge hat[8]). Nehmen wir z. B. an, der frei schwebende Elektromagnet *M* werde durch einen an Stärke allmählich zunehmenden Strom nach rück-

Fig. 688.

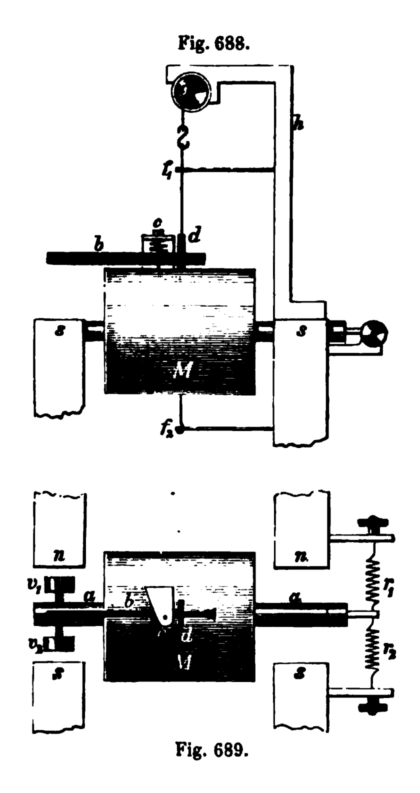


Fig. 689.

[7]) Eine Beschreibung der älteren Form giebt The Telegraphic Journal Bd. 5 (1877), S. 114; eine sehr gute Abbildung der grösseren Form desselben enthält The Electrician, Bd. 2 (1879), S. 105. — Vgl. auch XXI.

[8]) Derartige Anordnungen sind mit dem Namen „shifting zero“ (verschiebbarer Nullpunkt) belegt worden. — Das „shifting zero“ ist nicht neu und wie es scheint, ursprünglich die Idee eines Amerikaners. Vgl. amerikanisches Patent 1856, Apl. 22 von Andrew Coleman. Eine Beschreibung seines Apparates ist im Telegraph Manual von

wärts (d. h. nach v_1 hin) bewegt. Der Contacthebel kann aber nur so lange an dieser Drehung theilnehmen, bis sein linkes Ende die Schraube v_1 berührt, er wird daher ruhig an v_1 liegen bleiben, während M unter dem Einflusse des ansteigenden Stromes seinen Weg noch fortsetzt. Sinkt nun die Stromstärke, so hat die erste Rückwärtsbewegung von M nach v_2 hin zur Folge, dass b wieder mitgenommen wird und ausser Berührung mit v_1 tritt; es ist also nicht einmal nothwendig, dass M inzwischen die in der Figur dargestellte Ruhelage vollständig eingenommen habe. Der obere Faden f_1 ist an einem Bügel d befestigt, so dass er die Bewegungen von b nicht stört. Der Apparat ist auf einer Metallplatte befestigt und durch eine grosse Glasglocke geschützt; zu seiner Aufstellung eignet sich am besten ein vom Fussboden des Zimmers unabhängiger Steinpfeiler oder auch eine starke, in die Mauer eingelassene Konsole.

Das Relais von Brown und Allan arbeitet, wenn es richtig eingestellt wurde, oft Monate lang ohne Nachhülfe, es eignet sich aber nur für kurze Kabel und hat daher nicht vermocht, als gefährlicher Nebenbuhler des Siphon-Recorders in die Kabeltelegraphie einzutreten. (Vgl. Mance, On the working of the Brown-Allan cable relay; Journal of the Society of Telegraph Engineers, Bd. 11 [1882], S. 246.)

XVI. **Ebel's polarisirtes Relais.** Bei dem in England 1882 für den Beamten der Compagnie française du Télégraphe de Paris à New-York Julius Ebel in London patentirten Relais, das auf S. 810 (Fig. 690 und 691 Aufriss und Grundriss, Fig. 692 Schnitt) abgebildet ist, befindet sich in der Drahtrolle B ein zusammengesetzter Elektromagnet, bestehend aus einer eisernen Röhre r, in welcher die leichte Axe a mit den daran befestigten eisernen Ankerzungen c_1 und c_2 sich frei in den Zapfen p_1 und p_2 bewegen kann. Zwei Stahlmagnete N_1 S_1 und N_2 S_2 sind vereinigt durch Messingsäulen h und j und haben ihren gemeinschaftlichen Drehpunkt in Schrauben q_1 und q_2, mit denen sie auf der oberen und unteren Gestellplatte befestigt sind, während h und j in bogenförmigen Schlitzen durch diese Platten hindurchgehen. Die Stellung des Elektromagnetes ist so gewählt, dass dessen Zungen c_1 und c_2 zwischen die Polenden der Stahlmagnete zu stehen kommen. Das Spiel der Zungen c_1 und c_2 innerhalb der unbeweglichen Röhre r wird durch den an c_1 befestigten Metallhebel u und die Contactschrauben s_1 und s_2 begrenzt. Die Stahlmagnete werden durch zwei kräftig wirkende Spiralfedern f_1 und f_2, welche von den in den Gestell-

Shaffner, 1859, S. 729 und 730, gegeben worden. — Später machte Cromwell Varley dieselbe Erfindung; vgl. englisches Patent No. 206 vom Jahre 1860. — Praktisch wurde diese Idee aber erst von Brown in Anwendung gebracht; vgl. englisches Patent Allan & Brown, No. 1, 1757 vom Jahre 1876.

Fig. 690.

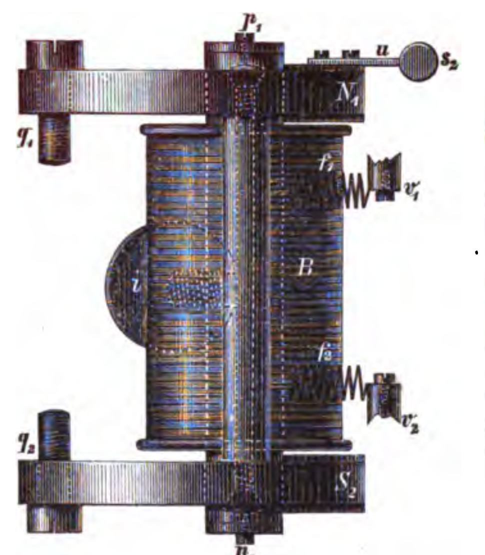


Fig. 692.



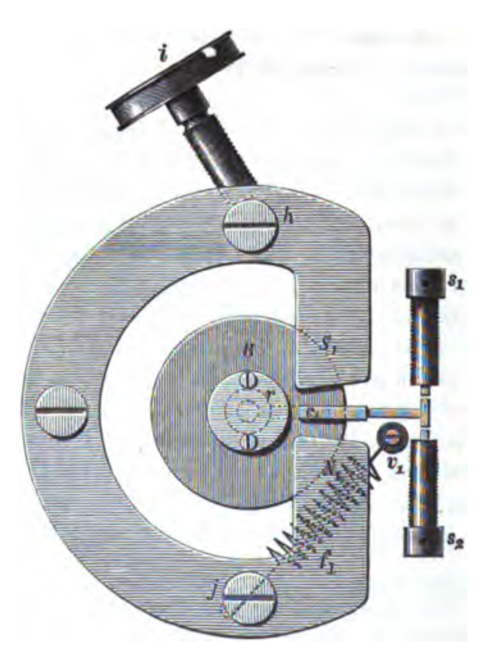


Fig. 691.

platten sitzenden Schrauben v_1 und v_2 ausgehen und sich an das Messingsäulchen *j* anheften, nach rückwärts gezogen, so dass sich das Säulchen *h* gegen die Justirschraube i legt.

Die grosse Leichtigkeit des Contact machenden Theiles $c_1\,a\,c_2$ hat dieses Relais bei seiner Verwendung in der Royal Exchange Station der Gesellschaft als für grosse Sprechgeschwindigkeiten besonders geeignet erscheinen lassen.

Das Gewicht des beweglichen Theiles $c_1\,a\,c_2$ beträgt nicht mehr als 4,6 g. Die Drahtrolle *B* hat 250 S. E. Widerstand.

XVII. **Ebel's Kabel-Relais.** In seinem Kabel-Relais hat J. Ebel ebenfalls ein shifting zero (einen verschiebbaren Nullpunkt; vgl. XV., Anm. 1) angewendet, damit der Relaishebel bei jeder Zunahme und Abnahme der Stromstärke sofort arbeitet und dadurch das Relais fähig macht, den Lokalkreis je nach Erforderniss zu schliessen und zu öffnen, ehe noch der arbeitende Strom auf seine Minimalstärke zurückgesunken ist. In den Kabeln, welche bekanntlich Leydener Flaschen von grossen Abmessungen bilden, wird die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des elektrischen Stromes durch die Ladung erheblich verzögert. Die Wirkung

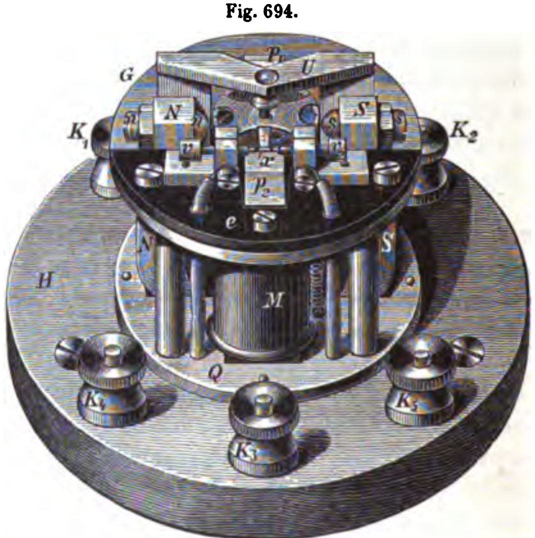
Fig. 693.

von diesen die Erzeugung von Morseschrift störenden Einflüssen kann man sich durch Anwendung eines chemischen Schreibapparates deutlich anschaulich machen. In Fig. 693 sind in den drei Zeilen Schriftzeichen eines chemischen Schreibers wiedergegeben. Jede Zeile ist hergestellt in der Zeitdauer von einer Sekunde, und zwar zeigt die erste Zeile die Schrift des Schreibers in Verbindung mit einer Leitung gewöhnlicher Länge, die zweite Zeile die Arbeit auf einer Leitung von etwa 300 Meilen (480 km) und die dritte Zeile das Erzeugniss des Schreibers in Verbindung mit einem langen Kabel. Im ersteren Falle erhält man 20 gleichgetrennte Punkte, und während im zweiten Falle nur 10 Punkte erscheinen, welche bereits grosse Neigung zeigen, in einander zu verlaufen, erzielt man im dritten Falle nur noch zwei in einander geschwommene Zeichen.

Beobachtet man nun die Arbeit eines polarisirten Relais in Verbindung mit einem Kabel zur Erzeugung der Morseschrift, so nimmt man folgende Erscheinung wahr: Ein gewöhnliches polarisirtes Relais sei für die schwächsten Ströme so justirt, dass sein Hebel den isolirten Contact leicht berührt. Wird nun der Strom in das Kabel gesendet,

so bewirkt die erste Fühlung des Stromes die Bewegung des Hebels nach dem Contacte hin und somit die Schliessung des Localkreises. Die allmählich sich ansammelnde und steigernde Elektricität des Telegraphirstromes bewirkt eine schärfere Anpressung des Hebels gegen den Contact, bis die Ladung ihre grösste Stärke erreicht hat. Wird der Strom auf der Absendestation unterbrochen, um ein telegraphirtes Zeichen vom nachfolgenden zu trennen, so wird der Hebel des Relais in Folge der verzögerten Entladung und des noch im Kabel enthaltenen Stromes an dem Contacte liegen bleiben, also auch den Localkreis so lange geschlossen halten, bis der Strom im Kabel auf die Minimalstärke zurücksinkt, welche er besass, so lange der Relaishebel seine Ruhelage

Fig. 694.



behauptete. Gleiche Erscheinungen treten auf, wenn ein Strom von entgegengesetzter Richtung wirkt. In solchem Falle wird der Hebel gegen den isolirten Contact gehalten, und das Relais ist nicht eher arbeitsfähig für den Telegraphirstrom, als bis das Kabel von dem Gegenstrome frei ist.

Fig. 694 giebt eine perspectivische Ansicht von Ebel's Kabel-Relais; und die Fig. 695 bis 698 erläutern seine elektrische Anordnung in ihren einzelnen Theilen[9]).

---

[9]) In seiner elektromagnetischen Anordnung erinnert Ebel's Relais an den Zickzackschreiber von A. Bramâo (vgl. S. 487). — Ein in seiner elektrischen Einrichtung mit dem Kabel-Relais übereinstimmender Schreibapparat für gewöhnliche Morseschrift und ein Schreiber für Zickzackschrift sind — im Anschlusse an eine Beschreibung des Kabel-

a_1 und a_2 sind zwei (vergoldete) eiserne, durch ein an sie angelöthetes unmagnetisches Metallstück b vereinte Halbringe, welche ihren gemeinschaftlichen Drehpunkt in der lothrechten Axe c haben; diese Axe ruht mit ihrem unteren Ende auf einem Achatsteine, mit dem oberen Ende ist sie in dem auf die obere Messingplatte G aufgeschraubten Bügel U gelagert. NS ist ein permanenter Hufeisenmagnet mit stellbaren Endpolen s und n, welche so weit von den Halbringen a_1

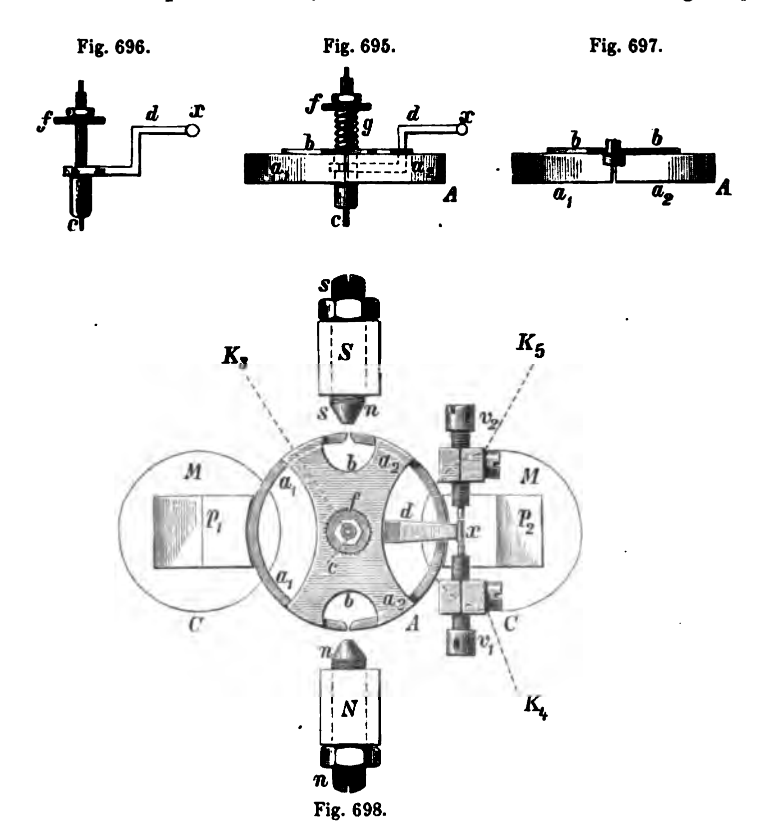


Fig. 698.

und a_2 abstehen müssen, dass den letzteren freie Bewegung gestattet ist. Mit seinem Buge greift NS durch die untere Messingplatte Q hindurch, welche ein kreisrundes Loch in der hölzernen Grundplatte H verschliesst und von unten her mit vier Messingschrauben an dieselbe angeschraubt ist. Aus der Zusammenstellung dieser Theile ist ersicht-

relais selbst — beschrieben und abgebildet in der Elektrotechnischen Zeitschrift, 1886, S. 117, ein verwandter Strommesser ebenda, 1885, S. 283 (nach Telegraphic Journal, Bd. 16, S. 281).

lich, dass a_1 und a_2 einen mit seiner Axe frei beweglichen, kreisförmigen Doppelanker zum Magnet NS bildet und in Folge der magnetischen Anziehung in einer magnetischen Gleichgewichtslage gehalten wird, welche durch die Richtung der magnetischen Linie des Magnetes NS bestimmt wird.

M ist ein Hufeisen-Elektromagnet, dessen Drahtrollen mit ihren Enden an die Klemmen K_1 und K_2 geführt sind und mittels derselben in die Leitung eingeschaltet werden und dessen Endpole p_1 und p_2 sehr nahe an der Aussenlinie des Doppelankers $a_1 a_2$ liegen, ohne jedoch das freie Spiel des letzteren zu beeinflussen. Das Verbindungsstück der beiden Eisenkerne ist mit zwei Messingschrauben von unten her an die Platte Q angeschraubt.

Auf der Axe c ist ferner noch der Contacthebel d angebracht, dessen Spiel von den Contactschrauben v_1 und v_2 begrenzt wird, welche in auf die Ebonitplatte e aufgeschraubten Messingwinkeln liegen und durch dickere Guttaperchadrähte mit den Klemmen K_4 und K_5 in Verbindung stehen, während eine feine Drahtspirale die gute Leitung zwischen der Axe c und der Platte G sichert; von Q aber ist ein Draht nach der Klemme K_3 geführt.

Der Doppelanker a_1 a_2 sitzt lose auf der Axe c, wird jedoch durch die Spiralfeder g, deren Spannung mittels der Schraubenmutter f regulirt wird, gegen die Fläche des Contactarmes d gedrückt. Der Anker a_1 a_2 kann sich daher, wenn der Contacthebel d sich an v_1 oder v_2 angelegt hat, noch auf der Axe c drehen, bis endlich das Verbindungsstück b von der einen oder von der anderen Seite her an den Hebel d anstösst.

Dieses Relais arbeitet nun in folgender Weise: Läuft ein Strom durch die Drahtrollen des Elektromagnetes M und magnetisirt die Pole desselben, so wird in Folge der magnetischen Influenz die Richtung der magnetischen Linie des permanenten Magnetes NS geändert, wodurch auch der Doppelanker aus seiner magnetischen Gleichgewichtslage gebracht und gezwungen wird, der veränderten Richtung der magnetischen Linie zu folgen. Der Anker a_1 a_2 wird gemeinschaftlich mit dem Arm d nach der Contactschraube v_1 oder v_2 hinbewegt. Der Arm d kommt darauf in Berührung mit einem dieser beiden Contacte und schliesst den Localkreis an dem einen oder an dem anderen. Mit der Zunahme des Stromes bewegt sich der Anker a_1 a_2 noch weiter nach vorwärts, nur gehemmt durch den leichten Druck, den die Spiralfeder g gegen die Fläche des Contactarmes d ausübt. Nimmt jedoch der Strom in seiner Stärke ab und verursacht die Rückwärtsbewegung des Ankers a_1 a_2, so wird fast momentan der Contactarm d von der Contactschraube v_1 bezw. v_2 abgehoben und dadurch der Localkreis

geöffnet. Hierdurch unterscheidet sich daher dieses Relais von einem gewöhnlichen polarisirten Relais, welches unter solchen Verhältnissen den Localkreis nicht eher zu öffnen vermag, als bis der Strom auf seine Minimalstärke gesunken ist.

Die Einstellung dieses Relais ist höchst einfach und erfordert, nachdem dieselbe einmal mit der nöthigen Sorgfalt und richtig bewerkstelligt worden ist, selten irgend welche Nachhülfe. Bei Kabellängen von 500 bis 600 englischen Meilen (800 bis 960 km) ist die Leistungsfähigkeit dieses Relais eine vorzügliche.

XVIII. **Marcillac's Kabelrelais.** Das in La Lumière Électrique, Bd. **13**, S. 104, beschriebene und abgebildete, bereits 1881 in Paris und 1883 in seiner neuesten Form von der französischen Telegraphenverwaltung ausgestellt gewesene Relais von Marcillac ist für das Telegraphiren mit Strömen von verschiedener Richtung auf unterirdischen Leitungen und Unterseekabeln bestimmt.

Dieses Kabelrelais ist ein elektrodynamisches Relais und enthält in einer sehr dünnen Ebonitkapsel eine kleine horizontale, aus feinem Draht gewickelte Spule, welche in der Mitte ihrer Länge auf zwei horizontalen Zapfen in zwei Lagerböcken gelagert ist; die Böcke und Zapfen vermitteln zugleich die Stromzuführung. Den beiden Enden der Spule gegenüber, jedoch ein wenig tiefer, liegen die gleichnamigen Pole zweier von einem Localstrome durchlaufenen, ebenfalls horizontal und — abgesehen von dem geringen Unterschied in der Höhe — in der Verlängerung der kleinen Spule liegenden Elektromagnetrollen. An der feinen Spule ist nach unten zu behufs Schliessung des Localstromes durch den Empfangsapparat ein Contactarm angebracht, welchen zwei Spiralfedern in der Mittellage zu erhalten suchen und nach jeder Drehung der kleinen Spule in dieselbe zurückführen. Da die Telegraphirströme in der kleinen Spule entgegengesetzte Pole gegenüber den beiden gleichnamigen Polen der Elektromagnete entwickeln, so wirken beide Elektromagnetpole in gleichem Sinne drehend auf die kleine Spule und letztere wird beim Telegraphiren mit Wechselströmen oder mit Strömen von verschiedener Richtung abwechselnd in der einen und in der anderen Richtung gedreht. Stellt man daher dem Contactarme zu beiden Seiten Contactschrauben gegenüber, so wird derselbe Localströme von verschiedener bezw. wechselnder Richtung durch den Empfangsapparat schicken.

Regulirt wird das Relais durch Aenderung des Lokalstromes in den Elektromagneten, oder auch durch Einführung von eisernen oder entsprechend magnetischen stählernen Stäben in ihre hohlen Kerne; ferner durch Verschiebung der Elektromagnete in axialer Richtung und durch Spannen und Nachlassen der Spiralfedern.

Zur Verminderung des Widerstandes hatte Marcillac schon 1881 in dem einen Relais den feinen Draht der kleinen Spule durch sorgfältig gefirnisste Streifen von versilbertem Metall ersetzt.

Bei Differentialbewickelung der kleinen Spule lässt sich das Relais auch für das Gegensprechen bei Differentialschaltung benutzen.

XIX. **Varley's Relais.** Zu der Zeit, als C. F. Varley noch im Dienste der Electric and International Telegraph Company stand, hat derselbe ein Relais[10]) eingeführt, das 1880 noch in einer grossen Anzahl in Gebrauch stand, obgleich es in seinen Leistungen dem Stroh'schen Relais (vgl. XIV.) nachstand. Dasselbe besitzt (vgl. Telegraphic Journal, Bd. 8, S. 138) zwei wagrecht liegende stabförmige Elektromagnetrollen, die eine in der Verlängerung und in geringem Abstand von der andern, anstatt der Kerne ist (ähnlich wie in Fig. 688 und 689 auf S. 808) durch beide Rollen ein langer Stab aus weichem Eisen gesteckt, welcher in dem Raume zwischen den Rollen auf eine verticale Axe aufgesteckt ist; der Durchmesser dieses Stabes ist so gewählt, dass er sich innerhalb der Rollen ein wenig bewegen kann. Die Enden des Stabes ragen zwischen die Pole zweier aufrecht stehenden, den Bug nach oben kehrenden Hufeisenmagnete aus Stahl hinein, deren gleiche Pole auf derselben Seite liegen. Wenn daher ein die Rollen durchlaufender Strom den Stab magnetisirt, so wird er von zwei Polen abgestossen und zugleich von den zwei übrigen angezogen. Das Spiel des Stabes begrenzen zwei Stellschrauben, von denen die eine an der Spitze mit einem isolirenden Plättchen belegt ist, die andere aber den Localstrom zu schliessen bestimmt ist. Der Rollenwiderstand beträgt etwa 300 Ohm.

XX. **Theiler's Relais** zeigt eine eigenthümliche Anordnung des polarisirten Ankers und seiner Verbindung mit dem Elektromagnete, welche eine bessere Kraftausnutzung ermöglichen soll. Zu beiden Seiten der beiden Pole eines Hufeisenelektromagnetes liegen zwei leichte Stäbe aus weichem Eisen, welche an einem zwischen den Elektromagnetpolen liegenden kurzen Messingstücke befestigt sind und von ihm in einem gewissen Abstande von einander gehalten werden; der so gebildete Anker ähnelt einer doppelten Gabel, ist um eine durch das Messingstück gehende Axe drehbar und ist in geeigneter Weise mit einer zwischen einer Contactschraube und einer isolirten Stellschraube spielenden Zunge verbunden. Polarisirt werden die beiden Eisenstäbe durch einen Hufeisen-Stahlmagnet, dessen Pole ganz nahe an den Stäben

---

[10]) Eine verwandte Anordnung wie das Relais von Varley besitzt auch das Relais, das B. Meyer bei seinen Vielfachtelegraphen benutzte. Vgl. Dingler's Journal Bd. 215, S. 319. — Auch in dem Relais mit oscillirendem Kern von Siemens (vgl. Handbuch, 1, 512 und 453) bewegt sich der eine Kern in der Rolle. — Vgl. auch XV. und XVIII.

liegen und in deren Mitte verbreitert sind; der auf der einen Seite der Elektromagnetpole liegende Stab ist nordmagnetisch, der andere südmagnetisch. Vgl. Telegraphic Journal, Bd. 5, S. 207; Dingler's Journal, Bd. **226**, S. 584.

XXI. **Siemens-Relais mit jockey armature.** Im Electrician, Bd. 2, S. 105, ist bei Beschreibung des Relais von Brown und Allan (vgl. XV.) bemerkt, dass auf Kabeln von 300 bis 400 englischen Meilen (480 bis 640 km) Länge die jockey armature (vgl. S. 808) mit Vortheil auch an anderen Relais angebracht werden könne, und es ist daselbst ein damit ausgerüstetes Siemens'sches polarisirtes Relais (vgl. VIII.) abgebildet. Ein solches ist u. a. auf dem Kabel Marseille-Barcelona der Direct Spanish Telegraph Company in Gebrauch, das im Jahre 1872 von der India Rubber, Guttapercha and Telegraph Works Company zu Silvertown angefertigt und gelegt worden ist; seine Länge beträgt 220 Seemeilen (468 km), sein Leitungswiderstand bei der mittleren Meerestemperatur 2535 Ohm, seine Capacität 60 Mikrofarad. Auf diesem Kabel schliesst dieses Relais — das in der Elektrotechnischen Zeitschrift, **1886**, S. 291 als „das kleinere Modell des Relais von Brown und Allan" bezeichnet wird — den Localstrom für den als Empfänger verwendeten Morse-Farbschreiber.

Wie Fig. 699 und 700 ersichtlich machen, entspricht das Relais in seiner äusseren Erscheinung ganz dem bekannten polarisirten Relais von Siemens & Halske; n_1 und n_2 sind die Pole des Elektromagnetes, dessen Verbindungsstück mit dem Nordpole eines Stahlmagnetes verbunden und welche in Folge dessen nordmagnetisch sind; der Südpol S dieses Magnetes befindet sich in unmittelbarer Nähe des Drehpunktes des Ankers, so dass das zwischen den Polschuhen spielende Ende s des Ankers Südmagnetismus besitzt. Der Anker wird in der Ruhelage, d. h. wenn kein Strom den Apparat durchfliesst, durch die mittels der Schrauben Z_1 und Z_2 regulirbaren Spiralfedern r_1 und r_2 in der mittleren Stellung, d. h. in gleichem Abstande von n_1 und n_2 gehalten. Den Schluss der Localbatterie vermittelt der Contacthebel (jockey armature) b, welcher auf der oberen Fläche des Ankers drehbar ist. Die mit dem Anker s starr verbundene Axe x geht nämlich frei durch die an b angebrachte Hülse c hindurch, so dass der Contacthebel b lose auf dem Anker aufliegt; er wird jedoch durch die Spiralfeder f, deren Spannung durch die Schraubenmutter y regulirbar ist, gegen die obere Ankerfläche gedrückt. Wird nun der Anker durch einen in das Relais gesandten Strom nach vorn bewegt und nimmt dieser Strom allmählich an Stärke zu, so kann der Contacthebel b an dieser Drehung nur so lange theilnehmen, bis sein Ende die Schraube v_1 berührt, er wird daher ruhig an derselben liegen bleiben, während der Anker unter dem

Einfluss des ansteigenden Stromes seinen Weg noch fortsetzt. Sinkt nun die Stromstärke, so hat die erste Rückwärtsbewegung des Ankers nach der Mitte hin zur Folge, dass b wieder mitgenommen wird und ausser Berührung mit v_1 tritt; es ist also zur Unterbrechung des Localstromes nicht einmal nöthig, dass der Anker die in der Figur dargestellte Ruhelage vollständig eingenommen habe. Durch passende Regulirung der Schrauben v_1 und v_2 wird der Hub von b so klein be-

Fig. 699.

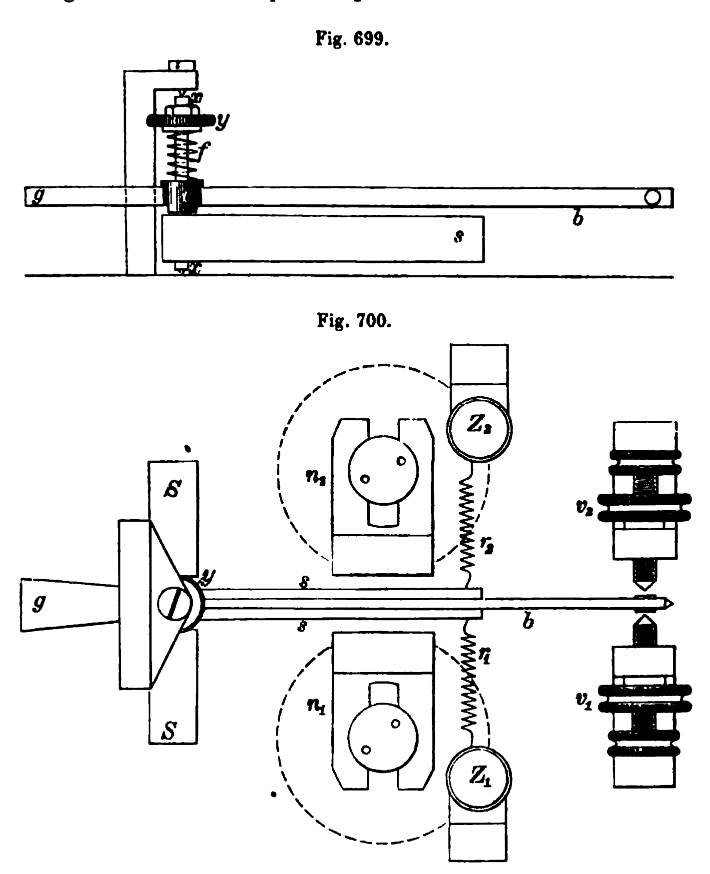


Fig. 700.

messen (er ist mit blossem Auge kaum sichtbar), dass eine mittlere Stellung des Contacthebels, wie sie die Figur zeigt, in der That nicht existirt, d. h. auch bei mittlerer Stellung des Ankers liegt der Contacthebel stets an v_1 oder v_2. In dem betrachteten Falle, wo s sich nach vorn bewegte, legte der Contacthebel sich gegen v_1; wird die Stromstärke schliesslich schwächer und $= 0$, so hat die Rückwärtsbewegung des Ankers zur Folge, dass b sich an v_2 legt.

Der Widerstand des Relais, das aus den Werkstätten von Theiler and sons in London stammt, ist = 1000 Ohm.

XXII. **Edison's Pressungs-Relais.** Es sei zum Schluss noch kurz eines eigenthümlichen Relais gedacht, welches Th. A. Edison angegeben und mit dem Namen „pressure relay" belegt hat (vgl. Journal of the Telegraph, **1877**, S. 763). Edison wollte mittels dieses Relais die wechselnde Stromstärke im Linienstromkreise in den Localstromkreis übertragen und dasselbe bei seinem „sprechenden" Telegraphen zum Weitergeben akustischer Schwingungen verschiedener Stärke benutzen. Er legte dazu dünne Graphitscheiben in Vertiefungen der Polenden der Elektromagnetkerne und unmittelbar auf die Scheiben den Anker; welcher durch den Klopfer (oder Schreibapparat) hindurch mit dem einen Pole der Localbatterie verbunden wurde, während der zweite Batteriepol mit den Elektromagnetkernen selbst in Verbindung gesetzt wurde. Da der Graphit unter geringem Drucke seinen Leitungswiderstand beträchtlich vermindert[11]), so fällt der Widerstand im Localstromkreise, wenn der Linienstrom den Anker kräftig gegen die Kerne presst, von mehreren hundert Ohm auf wenige Ohm herab und der Klopfer spricht an. — Vgl. auch Dingler, Journal, **225**, 515.

§. 33.

Künstliche Widerstände.

I. **Drahtwiderstände.** Wo man in Stromwegen regulirbare Widerstände (vgl. S. 746) braucht, benutzt man vorwiegend Drathwiderstände (Stöpselwiderstände), in denen eine Anzahl von Rollen aus mit Seide besponnenem Neusilberdraht so angeordnet sind, dass man durch Einstecken von Stöpseln eine beliebige Anzahl der Rollen kurz schliessen kann.

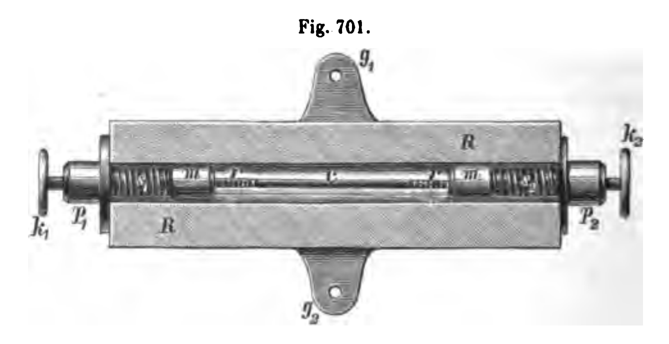
Sind diese Drahtwiderstände zur Benutzung bei Messinstrumenten bestimmt, so wird die Grösse der Widerstände der einzelnen Rollen nach einem dekadischen Verhältnisse fortschreitend gewählt, wie dies z. B. bei dem als Messbrücke dienenden Universalwiderstandskasten von Siemens und Halske der Fall ist, welcher auf S. 293 abgebildet ist.

Sollen dagegen solche Widerstände als Nebenschlüsse zu Drathrollen in Messinstrumenten und dergl. benutzt werden, so erhalten sie aus nahe liegenden Gründen Grössen, welche $^1/_9$, $^1/_{99}$, $^1/_{999}$ u. s. w. von dem Widerstande jener Drahtrollen ausmachen.

[11]) Ueber Du Moncel's bis 1856 zurückreichende verwandte Versuche vgl. Comptes rendus, Bd. 87, S. 131.

II. **Graphitwiderstände.** Abweichend von dem auf S. 307 abgebildeten und besprochenem Graphitwiderstande von Siemens und Halske (von ungefähr 10 bis 100 Millionen S. E. in Abtheilungen von ungefähr 10, 20, 20 und 50 Millionen) werden Graphitwiderstände in der Telegraphie vorwiegend zu annäherndem Ersatz beim Betriebe ausgeschalteter Leitungs- oder Apparatwiderstände benutzt. Vom Reichs-Postamte waren in Paris 1881 Graphitwiderstände von 500 bis 2500 S. E. ausgestellt. Solche Widerstände sind zuerst in Deutschland (vgl. Elektrotechnische Zeitschrift, **1881**, S. 502) als Ersatz für die in Zwischenstationen zu verwendenden, theuerern Neusilberdrahtwiderstände auf C. Elsassers Vorschlag hergestellt worden und bereits im Juli, bez. November 1865 in den Linien Berlin-Nordhausen-Cöln (in den Stationen Elberfeld, Dortmund, Beverungen und Halle) und Gotha-Nordhausen-Halle (in den Stationen Nordhausen und Eisleben), 1866 ferner in der

Fig. 701.



Linie Berlin-Halle-Gotha-Frankfurt a. M. (in den Stationen Dessau, Köthen, Weimar, Erfurt, Eisenach und Kassel), von 1868 ab aber allgemein in den Zwischenstationen der Arbeitsstromlinien bei Schaltung nach den von Maron 1861 (vgl. Telegraphen-Vereins-Zeitschrift, **8**, 71) vorgeschlagenen Stromläufen benutzt worden[1]).

Die jetzige Einrichtung der in Deutschland benutzten Graphitwiderstände erläutert Fig. 701, welche den Grundriss, z. Th. im Schnitt, eines Widerstandes von 1500 S. E. in etwa $^2/_3$ der nat. Grösse giebt. Solche Widerstände werden in der Grösse von 500, 1000, 1500, 2000 und 2500 S. E. angefertigt.

[1]) Dies ist a. a. O. aus den Akten der deutschen Telegraphen-Verwaltung mitgetheilt worden. Es sind daher die Graphitwiderstände nicht erst durch Hughes in Deutschland bekannt, bez. eingeführt worden, nachdem dieser dieselben durch Clérac kennen gelernt hatte, welcher „gegen Ende 1865 auf den Gedanken gekommen ist, Kohlenpulver in Glasröhren anstatt der Drahtrollen zu benutzen“; vgl. Journal télégraphique, Bd. **2**, S. 425; Bd. **4**, S. 238, 260, 261 und 312; Journal of the Society, Bd. **12**, S. 216.

Auf eine Glasröhre c ist an jedem Ende eine kleine Messingkapsel m, m aufgeschoben, in welche eine in das Innere der Glasröhre hineinragende Messingschraube eingeschraubt ist. Das in die Glasröhre fest eingestampfte Graphitpulver ist an jedem Ende durch einen Stanniolpfropfen abgeschlossen und durch die um den Schaft der aus m vorstehenden Schraube sich legende feine Stahlspirale r in leitende Verbindung mit der Schraube und der Kapsel m gebracht. Auf die aus der Aussenfläche der Kapseln m, m vorstehenden cylinderförmigen Ansätze und die an dieselben sich anlegenden Köpfe der Schraube sind die eng gewickelten, aus dickerem Messingdrahte gefertigten Spiralfedern s_1 und s_2 aufgeschoben.

Die Glasröhre c mit Füllung und Zubehör ist in eine runde, an ihrer unteren Seite in der Längsrichtung abgeflachte Holzröhre R eingeschoben; an den Enden der letztern werden die Messingklemmen p_1 und p_2 mittels dreier Holzschrauben befestigt. Die Klemmen sind mit einer gegen die Enden der Röhre R stossenden breiten Scheibe versehen und ragen mittels eines mit Schraubengewinde versehenen, in sie eingeschraubten Zapfens in die über die Ansätze der Kapseln m, m geschobenen Spiralen s_1 und s_2 hinein, so dass, wenn p_1 und p_2 mit ihren Scheiben fest gegen die Enden von R anliegen und durch die drei Holzschrauben an der Röhre R befestigt sind, die Spiralen s_1 und s_2 sich federnd gegen die Klemmen p_1 und p_2 und gegen die Kapseln m, m anpressen.

Die äusseren Zapfen der Klemmen p_1 und p_2 sind senkrecht zu ihrer Axe durchbohrt, so dass ein durch die wagrecht laufende Bohrung eingeführter Zuführungsdraht mittels der kleinen Klemmschraube k_1 bez. k_2 festgeklemmt werden kann, welche von dem Ende des Zapfens her in diesen eingeschraubt wird.

In Fig. 701 ist die Röhre R als geschnitten gezeichnet worden, weil die in ihr befindlichen, nicht im Schnitt gezeichneten Theile sichtbar werden sollten.

An der abgeflachten unteren Seite der Röhre R ist quer zu ihrer Längsrichtung in einer Vertiefung ein flaches Messingstück mit zwei vorstehenden Lappen g_1 und g_2 aufgeschraubt; mit Hülfe dieser Lappen kann der künstliche Widerstand mit zwei kleinen durch die Bohrungen der Lappen greifenden Holzschrauben auf dem Tische befestigt werden.

III. **Edison's Kohlenwiderstand.** Einem für die Zwecke der Doppeltelegraphie benutzten Kohlenwiderstande gab Th. A. Edison nach Scientific American, Bd. 39, S. 35 (Dingler, Journal, **229**, 482) folgende Einrichtung: 50 Scheiben, welche aus einem durch Anstreichen und Trocknen gut mit Reissblei erfüllten Seidenzeugstück geschnitten waren,

wurden in einem hohlen Vulkanitrohre zwischen einer Messingplatte und einer Deckplatte aufgeschichtet; mittels einer im Deckel des Vulkanitrohres ihr Muttergewinde findenden Schraube, die sich mit ihrer Spitze in ein conisches Loch auf der Oberseite der Deckplatte einsetzte, liess sich die Deckplatte der unteren Messingplatte mehr oder weniger nähern, wobei zugleich eine an der Schraube angebrachte Theilscheibe durch ihre Stellung gegen eine Marke den Grad der Zusammendrückung erkennen liess, der z. Z. durch das Zusammenschrauben den Scheiben ertheilt war.

Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.




3 2044 079 965 521
Google